

呉工業高等専門学校

研究報告

第 60 号

平成9年8月(1997)

目次

1. NiAs 型 Cr_xY ($Y=S, Se$) の電子構造	小高 山 通 栄 奥 田 健 郎 佐 藤 裕 之 谷 植 雅 義 仁 樹 文	1
2. 本校学生のスポーツ傷害対策に関する考察	榎 嶋 孝 雄 石 谷 岡 篤 司 淳 三	7
3. ウェールズの地名(5)	石 井 淳 二	19
4. 文の意味と発話の意味に関する一考察	川 尻 武 信	33
5. LED による情報表示システム	野 原 稔	37
6. A Photoemission and Inverse-photoemission Study of III-V Semiconductors:Gasb	植 田 義 文 迫 田 洋 士 宮 田 武 史 奥 田 健 郎 高 波 嗣 也 仙 波 武 義 小 仲 昌 史 佐 谷 藤 仁 樹	43
7. 倒立振子の振り上げ運動	山 崎 勉	47
8. 呉市堺川の景観設計手法に関する研究	小 松 孝 二 竹 村 和 夫 市 坪 隆 誠 山 口 隆 夫 山 松 孝 司 小 岡 公 平	51
9. 地域性を考慮した都市河川の景観設計に関する研究	市 坪 和 誠 竹 村 隆 夫 山 口 孝 司 小 岡 公 平	57
10. UASB 法による硫酸塩含有廃水処理特性と微生物代謝活性への硫化物の影響	山 口 隆 司 市 坪 和 誠 竹 村 秀 夫 原 山 慎 樹	63
11. パソコンによる道路交通騒音の解析	藤 井 健 平 岡 信 勝	73
平成8年度本校教官による他誌発表論文一覧		79

NiAs 型 Cr_xY ($\text{Y}=\text{S}, \text{Se}$) の電子構造

(一般科目) 小山 通栄
 (広島大学理学部) 高田健一郎, 奥田 裕之
 佐藤 仁, 谷口 雅樹
 (電気工学科) 植田 義文

Electronic Structures of Cr_xY ($\text{Y}=\text{S}, \text{Se}$) with NiAs-type Crystal Structure

Michie KOYAMA, Kenichiro TAKADA, Hiroyuki OKUDA,
 Hitoshi SATO, Masaki TANICUCHI, Yoshifumi UEDA

Abstract

Valence- and conduction-band spectra of Cr_xY ($\text{Y}=\text{S}, \text{Se}$) have been studied by means of photoemission and inverse-photoemission spectroscopies. The Cr 3d spin-exchange splitting energies of Cr_5S_6 and Cr_6Se_7 have been determined to be 3.3 ± 0.2 eV and 3.0 ± 0.2 eV, respectively. By comparing the valence-band spectra with that of CrSe, it is found that the Se 4p peaks shift toward the Fermi level by 0.1~0.7 eV. On the other hand, shapes and linewidths of the Cr 3d partial DOS remain almost unchanged at the same binding energies as found in CrSe. It can be concluded that the Cr 3d partial DOS shows little dependence on the vacancies at Cr sites.

Key Words: Cr-chalcogenide, ultraviolet photoemission, inverse-photoemission, electronic structure

Cr-カルコゲナイド, 真空紫外光電子分光, 逆光電子分光, 電子構造

§ 1 はじめに

Cr_xY ($\text{Y}=\text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) は NiAs 型を基本とした結晶構造をもつ Cr カルコゲナイド化合物であり, その磁気的性質は以前より数多くの研究がなされている。室温での磁気的性質は, CrS と CrSe は反強磁性, CrTe は強磁性を示す。また, 他の 3d 遷移金属カルコゲナイド化合物にみられるように原子空孔や圧力により物性が変化することが知られている。中でもクロムカルコゲナイドは, 組成比を変えることにより図 1 のように NiAs 型構造のクロムサイトに規則的な格子欠陥ができ, 電気的性質や磁気的性質などの物理的性質が変化する¹⁾。

Cr_xS は $x > 0.88$ では転移点 ($T_t=620\text{K}$) において構造相転移を伴う半導体-金属転移を示す。しかし, $x \leq 0.88$ ではこのような転移は見られず金属的性質を示す²⁾。また Cr_xS の組成比による同様の転移も報告されており^{2~4)}, 磁性についても 300K 付近にキュリー点を

持つ Cr_5S_6 は常温でフェリ磁性を示し, 磁気変態点 (150K) で急激に磁気が消失し, 反強磁性へ移行する^{3,4)}。

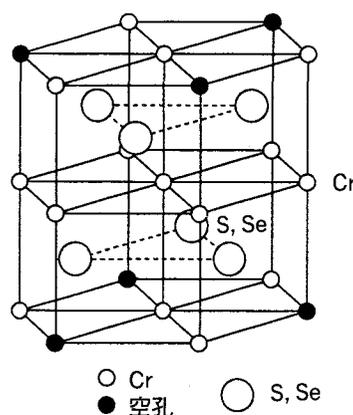


図 1 $\text{Cr}_5\text{S}_6, \text{Cr}_6\text{Se}_7$ の結晶構造

CrSeもCrSと同様な性質を持つと考えられている。 $T_f=575\text{K}$ において半導体-金属転移に伴う電気伝導度や帯磁率に異常がみられ^{5,6)}、高温相のNiAs型から T_f 以下でMnP型へと構造相転移を起こす⁷⁾。Néel点は $94\sim 320\text{K}$ と幅広い値が報告されている⁵⁻⁹⁾。Cr₂Se₃については中性子線回折により磁気構造が明らかにされている¹⁰⁾。Néel点以下で磁気相転移が起こり、転移点付近においては負の熱膨張を示している¹¹⁾。また、佐藤らの単結晶の反射スペクトルの測定によると、フォトンエネルギーが 0.3eV 付近で吸収端を持つナローギャップ半導体である⁸⁾。

このような構造相転移や磁気秩序はフェルミエネルギー(E_F)近傍の電子状態と関係があると考えられている¹⁾。電子構造を明らかにすることは、これらの物質の磁気構造あるいは結晶構造に関する相転移現象を解明する上で重要である。

本研究では図1のようにクロムサイトに空孔を持つCr₅S₆及びCr₆Se₇について光電子分光及び逆光電子分光実験により、価電子帯から伝導帯にわたる全電子状態を明らかにし、これらのスペクトルのエネルギーを E_F であわせることによってCr3dスピン分裂交換エネルギーを評価する。また、先に報告したCrSeの電子構造¹⁷⁻¹⁹⁾と比較し、原子空孔やカルコゲナイドによる電子構造への依存性を議論する。

§ 2 実験

この実験に使用したCr₅S₆及びCr₆Se₇の試料は99.99%Crと99.999%Se又はSを混合し、石英管に真空封入した。この石英管の一端を 900°C 、他端およそ 400°C にしておよそ一週間直接反応させ、素試料を得た。得られた素試料は一度粉碎し、よく混合した後、再び石英管に真空封入した。石英管を二重にして真空封入し、 1500°C まで加熱して数時間保った後、数日間かけて室温に冷却した。得られた結晶はX線回折により結晶性を確認した。Cr₅S₆の格子定数は $a=5.972\text{\AA}$ 、 $c=11.502\text{\AA}$ となり、クロムサイトに格子欠陥ができたために超格子構造を作る。pureなNiAs型の格子定数を a_0 、 c_0 とすると超格子構造定数は $a=\sqrt{3}a_0$ 、 $c=2c_0$ と表されるので、 $a_0=3.447\text{\AA}$ 、 $c_0=5.751\text{\AA}$ となる。また、Cr₆Se₇の格子定数は $a=3.687\text{\AA}$ 、 $c=5.967\text{\AA}$ を得た。試料の組成は電子プローブ微小分析により、一様な結晶であることを確認した。

共鳴光電子分光実験は、東京大学物性研究所軌道放射線研究施設BL-2で行った。 3.0×10^{-10} Torrの超高真空のもとでファイリングを行って清浄表面を得た後、真空を破ることなく 4.0×10^{-11} Torrのアナライザー室へ移送して測定した。

正・逆光電子分光装置は、試料準備槽、真空紫外光電子分光(UPS)装置と逆光電子分光(IPES)装置

から成り立っており、それぞれ 2×10^{-10} 、 5×10^{-10} 、 2×10^{-10} Torrの超高真空に保たれている。逆光電子分光装置はErdmann-Zipf型低エネルギー電子銃と 9.43eV に中心を持つバンドパス光電子検出器を使用している^{14,15)}。光電子分光実験はHe I ($h\nu=21.2\text{eV}$)、He II ($h\nu=40.8\text{eV}$)の共鳴線が励起光源として使用されている。試料は試料準備槽でファイリングを行った後、真空を破ることなく同一試料表面に対して光電子分光と逆光電子分光の測定を行った。実験はすべて室温で行った。

§ 3 結果と考察

3.1 Cr₅S₆の電子状態

図2にCr₅S₆の光電子分光スペクトルのフォトンエネルギー($h\nu$)依存性を示す。それぞれのスペクトルの強度は金で規格化した。結合エネルギー(E_B)が 0.5eV 、 1.5eV 、 4.4eV 、 6.3eV に4つの構造が見られる。特に $E_B=1.5\text{eV}$ には鋭いピークが見られる。このピーク強度に注目するとフォトンエネルギーが 38eV から増加するに従って小さくなり、 41.5eV で最小になる。更にエネルギーが増加すると 47.5eV で最大となり、 54.0eV になるに従って再び小さくなる。

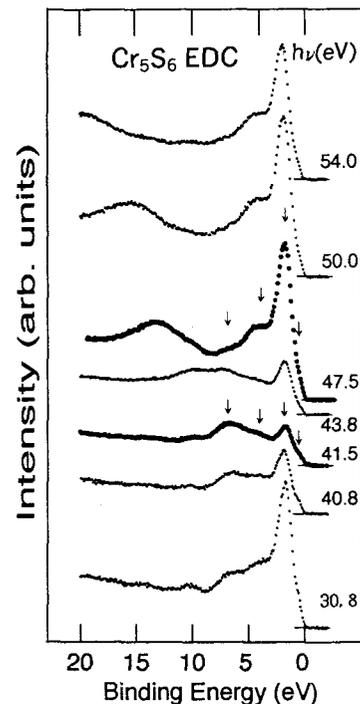


図2 NiAs型Cr₅S₆の価電子帯光電子分光スペクトルの3p-3d吸収領域フォトンエネルギー($h\nu$)依存性。横軸は価電子帯頂上を基準とした結合エネルギー(E_B)を表す。0.5、1.5、4.4、6.3eVに4つのピークがあり、 $h\nu=47.5\text{eV}$ は共鳴スペクトルを、 $h\nu=41.5\text{eV}$ は非共鳴スペクトルを示す。

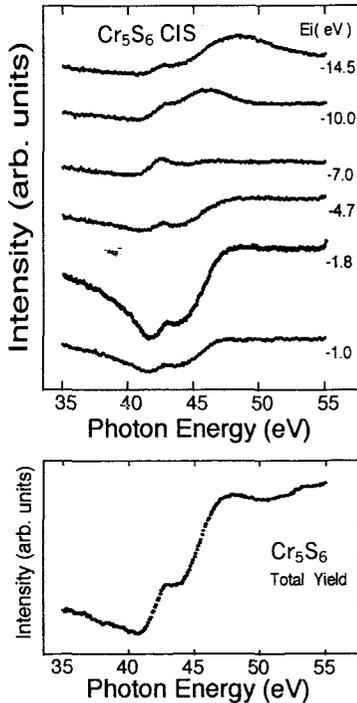


図3 (a) 各始状態 (E_i) における光電子放出強度の光子エネルギー ($h\nu$) 依存性。(b) 35~55 eV における光子エネルギーに対する NiAs 型 Cr₅S₆ の全量子収率スペクトル。

各始状態 (E_i) における光電子放出強度の光子エネルギー依存性 (定始状態スペクトル (CIS)) を図3 (a) に示した。ここで注目されるのは $E_i = 1.8\text{eV}$ におけるスペクトルに大きな強度の変化が見られる。これは図2の $E_B = 1.5\text{eV}$ のピーク強度の光子エネルギー依存性とよく対応がとれており、 $h\nu = 41.5\text{eV}$ で最小となり、 47.5eV で最大となっている。図3 (b) のスペクトルは35~60eVの光子エネルギーに対する全量子収率スペクトルを表している。 $h\nu = 40\sim 47\text{eV}$ に見られる強度の変化は、良く知られているように Cr3p - 3dの内殻吸収に対応している。CIS スペクトルの強度の変化は Cr3d 軌道から直接励起過程 ($3p^63d^4 + h\nu \rightarrow 3p^63d^3 + \uparrow 1$) と、Cr3p - 3d 準位間の励起に伴うスーパーコスタークローニッチ緩和過程 ($3p^63d^4 + h\nu \rightarrow 3p^53d^5 \rightarrow 3p^63d^3 + \uparrow 1$) による共鳴光電子放出によるものである。これから図2に示した $h\nu = 41.5\text{eV}$ のスペクトルは非共鳴スペクトルであり、 47.5eV のスペクトルは共鳴スペクトルであることがわかる。これらの2つのスペクトルの差をとることにより、Cr3d部分状態密度 (PDOS) を求めることができる。この結果を図8に示す。

図4 (a) に光子エネルギーが21.2eVと40.8eVにおける価電子帯の光電子スペクトルと伝導帯の逆光電子スペクトルを示す。 $h\nu = 40.8\text{eV}$ では-1.5eV、-6.4

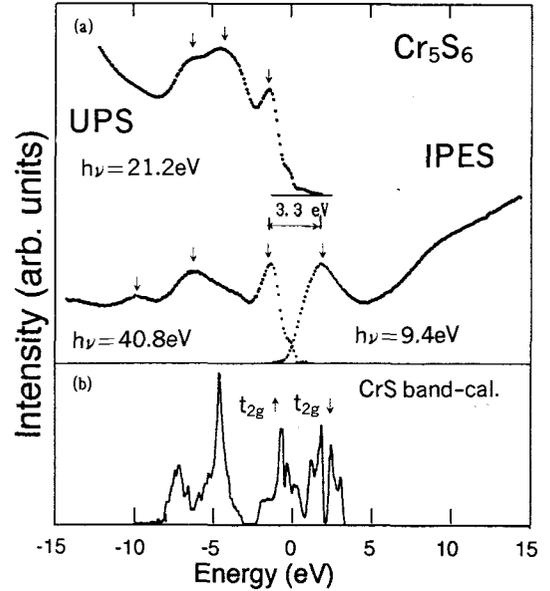


図4 (a) フォトンエネルギー ($h\nu$) が40.8eVと21.2 eVで測定された NiAs 型 Cr₅S₆ の光電子スペクトルと逆光電子スペクトル。価電子帯の $h\nu = 21.2\text{eV}$ でのスペクトルには-1.5、-4.5、-6.4eVに3つのピーク、 $h\nu = 40.8\text{eV}$ のスペクトルには-1.5、-6.4、-10.0eVに3つのピークが見られる。一方、伝導帯スペクトルには1.8eVにCr3d \downarrow 非占有状態によるピークが見られる。-1.5eVのピークは局在したCr3d \uparrow 占有状態によるものであり、これらのピーク位置のエネルギーの差からCr3d交換分裂エネルギー $3.3 \pm 0.2\text{eV}$ が得られる。(b) Dijkstraらによって計算されたCrSの状態密度。-4.7、-0.7、1.8eVに鋭いピークがあり、-0.7eVと1.8eVのピークはそれぞれ局在したCr3d \uparrow 占有状態とCr3d \downarrow 非占有状態によるものである。

eV、-10.0eVに構造が見られ、 $h\nu = 21.2\text{eV}$ では-1.5、-4.5、-6.4eVに3つの構造が見られる。一方、伝導帯スペクトルでは1.8eVに主ピークが6.0~11eVにブロードな構造が見られる。光電子スペクトルと逆光電子スペクトルのエネルギーは価電子帯頂上を基準とし、 E_F であわせたものである。

DijkstraらによってCrSのバンド計算が増強球面波近似 (ASW) によって行われている¹³⁾。図4 (b) はバンド計算により求められたCrSの状態密度を示している。鋭いピークが-4.7、-0.7と1.8eVに見られ、状態密度の特徴からこれは実験から求めた価電子帯の $h\nu = 21.2\text{eV}$ のスペクトルと伝導帯のスペクトルによく対応している。0~8.1eVのエネルギー範囲にわたりCr3dとS3pの混成された構造が見られ、-0.7eVにCr3d ($t_{2g} \uparrow$) が局在している。一方、伝導帯では1.9

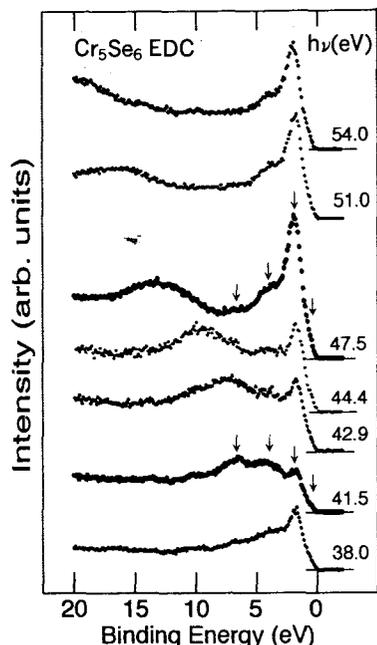


図5 Cr_6Se_7 の価電子帯光電子スペクトルの3p-3d吸収領域光子エネルギー ($h\nu$) 依存性。横軸は価電子帯頂上を基準とした結合エネルギー (E_B) を表す。0.5, 1.4, 3.8, 6.2eVに4つのピークがあり, $h\nu = 47.5\text{eV}$ は共鳴スペクトルを, $h\nu = 41.5\text{eV}$ は非共鳴スペクトルを示す。

eVに非占有状態のCr3d ($t_{2g} \downarrow$)の比較的局在した鋭いピークがある。

$h\nu = 40.8\text{eV}$ ではCr3d軌道のイオン化断面積はS3p軌道のものより大きいことから, $h\nu = 40.8\text{eV}$ のスペクトルの形状は主にCr3d状態に起因していると考えられる。-1.5eVの鋭いピークは図7のCr3d部分状態密度にも見られ, 局在したCr3d ($t_{2g} \uparrow$)軌道によるものと考えられる。 $h\nu = 21.2\text{eV}$ ではCr3d軌道とS3p軌道のイオン化断面積はおおよそ2:1となっており, Sの情報も与えている。これらのことから, 図4(a)の $h\nu = 21.2\text{eV}$ において0~8eVに広がっているスペクトルはCr3dとS3p軌道との混成によるものであり, また, -10.0eVのピークはS3p軌道によるものと考えられる。一方, 伝導帯スペクトルに見られる1.8eVの主ピークはバンド理論との比較から局在したCr3d ($t_{2g} \downarrow$)非占有状態であることがわかる。6.0~11eVのブロードな構造はCr4sとS3dまたはS4s状態によるものと考えられる。価電子帯と伝導帯のスペクトルのin situでの測定により, E_F でこれらのスペクトルをあわせることができる。価電子帯の-1.5eVのピーク位置のエネルギーと伝導帯の1.8eVのピーク位置のエネルギー間隔から, Cr3d交換分裂エネルギーは $3.3 \pm 0.2\text{eV}$ と見積もられる。

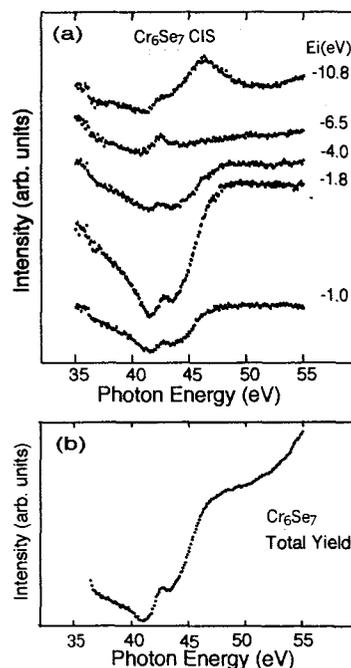


図6 (a) 各始状態 (E_i) における光電子放出強度の光子エネルギー ($h\nu$) 依存性。(b) 35~55 eV領域における光子エネルギーに対する Cr_6Se_7 の全量子収率スペクトル。

3.2 Cr_6Se_7 の電子状態

図5に Cr_6Se_7 の光電子スペクトルの光子エネルギー依存性を示す。 $E_B = 0.5, 1.4, 3.8, 6.2\text{eV}$ に4つの構造が見られ, 特に $E_B = 1.4\text{eV}$ にはCrSeと同様に鋭いピークが見られる。このピークに注目し, フォトンエネルギーを $h\nu = 35.0 \sim 54.0\text{eV}$ で変化させると, ピーク強度は $h\nu = 41.5\text{eV}$ で最小, $h\nu = 47.5\text{eV}$ で最大の値を示す。

図6(a)に Cr_6Se_7 の各始状態における光電子放出強度の光子エネルギー依存性を示す。ここで, $E_i = 1.4\text{eV}$ におけるスペクトルに大きな強度変化が見られる。これは図5の $E_B = 1.4\text{eV}$ のピーク強度の光子エネルギー依存性とよく対応がとれており, $h\nu = 41.5\text{eV}$ で最小となり, 47.5eVで最大となっている。図6(b)のスペクトルは $h\nu = 35 \sim 55\text{eV}$ の光子エネルギーに対する全量子収率スペクトルを表している。 $h\nu = 40 \sim 50\text{eV}$ の強度変化はCr3p-3dの内殻吸収に対応している。これから図5に示した $h\nu = 41.5\text{eV}$ のスペクトルは非共鳴スペクトル, $h\nu = 47.5\text{eV}$ のスペクトルは共鳴スペクトルであることがわかる。

図7は Cr_5S_6 , CrSe^{18,19)}と Cr_6Se_7 の $h\nu = 21.2\text{eV}$ における価電子帯の光電子スペクトルと伝導帯の逆光電子スペクトルを示している。 Cr_6Se_7 の光電子スペクトルは-1.4, -3.9, -6.2eVの3つのピークを示し, -0.1eV付近に肩構造も見られる。特に, -1.4eVに鋭いピ

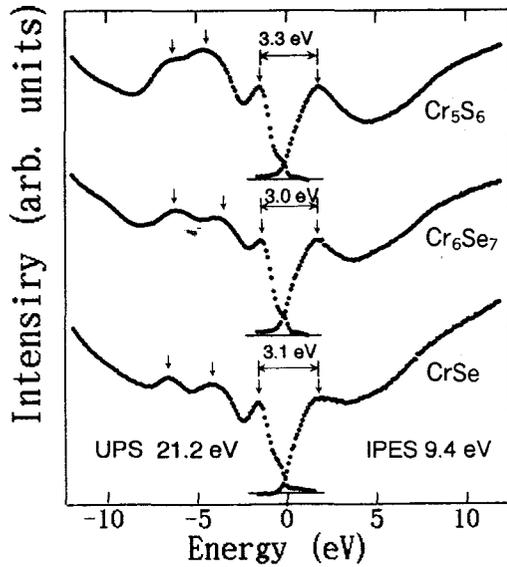


図7 フォトンエネルギー ($h\nu$) が21.2eVで測定されたCr₅S₆、Cr₆Se₇及びCrSeの光電子スペクトルと逆光電子スペクトル。3つのスペクトル共にCr3dに起因するピークはほぼ同じ位置にあるが、Cr₆Se₇のSe4pに起因するピークはCr₅S₆のS3pに起因するピーク及びCrSeのSe4pに起因するピークに比べて高エネルギー側にシフトしている。

ークが見られる。一方、伝導帯スペクトルでは1.6eVに主ピークが見られ、6.7~12eVにもブロードな構造が見られる。Cr₆Se₇の共鳴光電子分光及びPDOSのスペクトルと比較すると共に形状がよく似ていることから、-1.4eVのピークは局在したCr3d ($t_{2g} \uparrow$)状態によるものと考えられ、また、0~-8 eVに広がるスペクトルはCr3dとSe4p状態との混成によるものと考えられる。一方、伝導帯スペクトルに見られる1.6eVの主ピークはCr3d ($t_{2g} \downarrow$)非占有状態、6.7~12eVのブロードな構造はCr4sとSe4dまたはSe5s状態によるものと考えられる。価電子帯と伝導帯の主ピーク-1.4eVと1.6 eVからCr₆Se₇のCr3d交換分裂エネルギーは 3.0 ± 0.2 eVと見積もられる。

3.3 Cr_xY (Y = S, Se, Te)の電子状態の比較

図7のCrSe^{18,19}とCr₆Se₇のスペクトルを比較すると、スペクトルの形状に変化は見られず、Cr3dのピークが共に-1.4eVと1.6eVにあるのに対し、Se4pに起因する構造である-4eV及び-6eV付近のピークはCrSeに対してCr₆Se₇のスペクトルの方が高エネルギー側におよそ0.1~0.7eVシフトしている。これはクロムサイトにできた空孔によりCrの電子が少なくなり、E_Fが低い準位へシフトしたために全体的にSe4pの構造が高

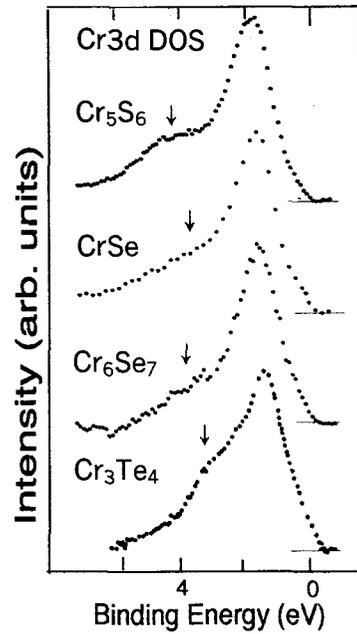


図8 Cr₅S₆、CrSe、Cr₆Se₇及びCr₃Te₄のCr3d部分状態密度。主ピークは4つのスペクトル共にほぼ同じ位置にあるが、このピークの低エネルギー側にある構造はカルコゲンがTe→Se→Sとなるに従って大きくなっている。

エネルギー側にシフトしたものと考えられる。

Cr₆Se₇とCr₅S₆の価電子帯のスペクトルを比較すると、Cr3dに起因するピークは共に-1.5eVに見られるが、Se4p及びS3pに起因するピークはCr₅S₆のスペクトルの方が高エネルギー側に見られる。また、価電子帯のバンド幅を比較してみるとCr₆Se₇は8.0eV、Cr₅S₆は8.5 eVとCr₅S₆の方が広がっている。これは格子定数からもわかるようにCr-カルコゲン間の距離が短く混成の度合いが増したため、あるいはSのPバンド幅が深い位置にあるためと考えられる。

図8にCr₅S₆、CrSe^{17,19}、Cr₆Se₇及びCr₃Te₄のCr3d部分状態密度(PDOS)を示す。まず、Crサイトに空孔のないCrSe^{17,19}と空孔を持つCr₆Se₇のPDOSを比較すると、両スペクトル共形状や半値幅に大きな変化は見られないことから、Cr3d部分状態密度はクロムサイトの空孔に依存しないものと思われる。

クロムサイトに空孔のあるCr₅S₆、Cr₆Se₇及びCr₃Te₄のPDOSを比較すると半値幅はほとんど変化はなく、主ピーク位置のエネルギーもE_B=1.4eV付近とほぼ同じ位置にある。しかし、主ピークの低エネルギー側に見えるE_B=4.0eV付近の構造に注目すると、カルコゲンがTe→Se→Sとなるにしたがって大きくなっているのがわかる。また、バンド計算からのズレも大きくなり、一電子描像であるバンド計算では説明しにくい。Cr₃Te₄におけるこのズレは多電子描像によるクラスター

計算によって説明できるという報告があり²⁰⁾, Cr_5S_6 と Cr_6Se_7 の $E_B = -4.0\text{eV}$ 付近の構造も多電子効果による構造と考えられる。このことからカルコゲンが $\text{Te} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{S}$ となるにしたがって電子相関が強くなっていくことを示唆している。

Phenom. 78 (1996) 83.

- 20) K. Shimada, T. Saitoh, H. Namatame and A. Fujimori, Phys. Rev. B 53 (1996) 7673.

(平成9年4月15日受付)

参考文献

- 1) 望月和子, 加藤敬子, 固体物理 21 (1986) 627.
- 2) V.V.Sokolovich, Sov. Phys. Solid State 34 (1992) 371.
- 3) T. Kamigaichi, J. Sci. Hiroshima Univ. A24 (1960) 371.
- 4) 禅素英, 固体物理 11 (1976) 539.
- 5) K. Masumoto, T. Hihara and T. Kamigaichi, J. Phys. Soc. Japan 17 (1962) 1209.
- 6) K. Masumoto and T. Kamigaichi, J. Sci. Hiroshima Univ. A29 (1965) 47.
- 7) 小山通栄, 増本貫一, 桧原忠幹, 上垣内孝彦, 日本物理学会 春の分科会 講演予稿集, 157 (1977).
- 8) K. Masumoto, J. Sci. Hiroshima Univ. A 27 (1964) 87.
- 9) I. Tsubokawa, J. Phys. Soc. Japan 15 (1960) 2243.
- 10) Y. Adachi, M. Ohashi, T. Kaneko, M. Yuzuri, Y. Yamaguchi, S. Funahashi and Y. Morii, J. Phys. Soc. Japan 63 (1994) 1548.
- 11) S. Ohta, Y. Adachi, T. Kaneko, M. Yuzuri and H. Yoshida, J. Phys. Soc. Japan 63 (1994) 2225.
- 12) K. Sato, Y. Aman, M. Hirai and M. Fujisawa, J. Phys. Soc. Japan 59 (1990) 435.
- 13) J. Dijkstra, C.F. van Bruggen, C. Haas and R.A. de Groot, J. Phys. : Condens. Matter 1 (1989) 9163.
- 14) K. Yokoyama, K. Nishihara, K. Mimura, Y. Hari, M. Taniguchi, Y. Ueda and M. Fujisawa, Rev. Sci. Instrum., 64 (1993) 87.
- 15) Y. Ueda, K. Nishihara, K. Mimura, Y. Hari, M. Taniguchi and M. Fujisawa, Nucl. Instrum. Methods, A 330 (1993) 140.
- 16) J. J. Yeh and I. Lindau, At. Data Nucl. Data Tables, 32 (1985) 7.
- 17) 小山通栄, 八方直久, 田村昌望, 原田二郎, 佐藤仁, 三原隆弘, 谷口雅樹, 植田義文, 呉高専研究報告 31-1 (1995) 1.
- 18) 小山通栄, 八方直久, 佐藤仁, 古田明仁, 仲武昌史, 谷口雅樹, 植田義文, 呉高専研究報告 32-1 (1996) 29.
- 19) M. Koyama, N. Happo, M. Tamura, J. Harada, T. Mihara, A. Furuta, M. Nakatake, H. Sato, M. Taniguchi and Y. Ueda, J. Elec. Spec. Relat.

本校学生のスポーツ傷害対策に関する考察

(一般科目) 榎 孝雄, 石嶋 篤司
谷岡 憲三

Confronting the Problems of our Students' Injuries

Takao ENOKI, Tokushi ISHIJIMA and Kenso TANIOKA

Abstract

Although our living standards have improved and we are more exposed to technically advanced machinery, whilst humans operate and utilise them, at times with ignorance and thoughtlessness, accidents will be unavoidable. Hence to eliminate or try to reduce the occurrence of accidents, we need to emphasise the importance of safety education.

It is public knowledge that the aim of school education is to teach students to be mentally and physically sound citizens. Knowledge gained through education is subsequently applied to our everyday lives. In order to avoid accidents however, we need to initially examine college safety education in more detail. By examining the current status of health in our students and at the same time itemising and classifying any injuries, we can begin to research the subject of accident prevention and overall safety training.

Key Words: Sports injuries, Safety education, Subject of accident, Study on safety

スポーツ傷害, 安全教育, 事故の予防, 安全教育

§ 1 緒言

われわれの日常生活は、新聞・テレビニュースなどの報道関係を見聞しても、いかに安全が脅かされているかはよくわかるであろう。すなわち、われわれの家庭生活・社会生活・学校生活・職業生活の現状をみると、その日々の生活の面で大小となく、事故災害が発生し、多くの死傷者を出している現状である。記憶に新しいのは、学校におけるマラソン大会・キャンプ中での傷害事故や、一般社会における阪神大震災・北海道隧道災害事故などがあげられる。

また、環境生活の中で必要な電化製品も使用法を誤ると感電や漏電をおこし、感電死や火災・ショックなどをおこす場合もある。さらに交通機関の発達ならびに交通量の急激な増加、産業の発展にともなう大規模な工場や建設工事、各種スポーツの普及などによって、交通事故・産業災害・スポーツ障害の発生は、われわれの健康生活に大きな障害となってきている。

このように、多くの死傷者が発生する事故災害から、私達が幸福で安全な生活をおくるためには、安全な生活の実践に必要な能力（生命の尊厳性・安全生活の重要性など）を身につけ、このような能力は、家庭での安全管理はもちろん、学校における安全教育をおこなうことが必要である。学校における安全教育とは、交通安全・産業安全・学校生活・家庭生活・災害など安全に必要な知識・理解・態度・習慣を養い、自己はもとより、他人の生命の安全と障害の防止につとめることにあって、ただ単に知識の理解だけでなく、知識を理解しそれに基づいての習慣・態度を形成し、自主的に安全生活を実施できる人間を養成するところの意義が重要であることは、周知の通りである。

このように学校における安全教育の重要性について認識を深めるとともに、本校における自己・傷害の統計調査をおこない、現状の把握と指導上の手がかりを考察しなければならない。

§ 2 安全教育

イ) 安全教育の目的

学校における安全教育は健康教育の一環として、学生に対して日常の安全な生活実践のために必要な理解・習慣・態度・能力・技能を養うことにつとめ、安全管理の徹底と、生命の安全・傷害の発生防止につとめることが必要である。さらに学校保健法第1章総則第1条(目的)には、「学校における保健管理及び安全管理に関し必要な事項を定め、児童、生徒、学生及び幼児並びに職員の健康の保持増進を図り、もって学校教育の円滑な実施とその成果の確保に資することを目的とする」とある。すなわち、学生に対して、安全生活の実践力を養うことを目的としおこなわれるものである。

ロ) 安全教育の目標

安全教育の目的を実現するためには、必要な目標を設定し、その内容にそって学習指導をおこなう必要がある。安全教育の目標については、次のようなことがあげられる。

1. 学校の災害事故について理解し、その防止および処置の方法を理解し、これをおこなう能力・態度を養う。
2. 救急処置の必要性と方法について理解し、救急処置に必要な技能を養う。
3. 安全管理の意義と必要性、および学校における健康管理の実際について理解する。
4. 労働と安全について理解し、安全な労働生活を実践するために必要な理解・能力・態度を養う。
5. 人間の生命の尊厳性について認識を深める。
6. 日常の安全な生活について理解させ、これに必要な習慣・態度を養う。
7. 地域社会の安全維持の重要性について理解し、安全維持に協力する態度を養う。
8. 安全関係法令について理解し、それを遵守する態度を養う。

ハ) 安全教育の内容

安全教育の目標を達成するためには、次のような内容について系統的な学習指導を行う必要がある。

1. 学生の災害事故の現状とその防止
2. 救急処置の原理と応用
3. 安全管理の意義と必要性、および学校における健康管理の実際
4. 労働災害の原因と対策
5. 職場の安全管理の方法
6. 人間の生命の尊厳性

7. 安全生活とその実践

8. 家庭用救急薬品材料

9. 家庭生活・学校生活・職業生活・交通事故・火災 その他の事故災害における事故とその防止

10. 安全関係法規

以上の安全教育の目標・内容は、学校における安全教育全体のものとしてあげているので、実際に安全教育を実施する場合は、それぞれの学校種別に応じて、目標を設定し、内容を定めなければならない。

さらに安全生活を自主的・計画的に実践し推進する能力・態度を養うとともに、人間の生命の尊厳性・安全の重要性について、認識を深めさせる必要が多分にある。

ニ) 安全教育の指導

安全教育の実践をはかろうとするときには、学校教育方針として、安全管理(学生の安全を守る)、安全教育(安全な生活することのできる能力を身につけさせる)をとりあげ、教育計画の一環として安全計画を確立することが重要になってくる。さらに、安全教育の指導については、次の点に留意しながら安全教育を指導する。

☆安全教育の指導の関する留意点

1. 安全教育の指導計画を確立する。
2. 安全教育は、正しい知識理解に基づいて、安全に行動する習慣・態度を養うように指導する。
3. 安全教育は、全学年に通じ、学生の発達に応じた指導をする。

以上のように、安全教育と安全管理の両者が、常に一つの指導方針の基に、相互に密接な関連をとりながら実施されることにより、はじめて学生の安全が確保されることになるのです。すなわち、安全管理の実践に際して、学生に適切な安全指導が行われるようになれば、安全な生活についての実践力が自然に身につけられることになり、それが安全教育としての意義である。

§ 3 方法と内容

本校学生の学校管理下における傷害事故について日本体育学校保健センター医療給付対象となった傷害事故を、昭和53年度から平成7年度までの18年間を統計的に調査し、さらに次にあげる項目別に分類するとともに、実態を把握し検討を試みた。

1. 傷害の年度別発生頻度
昭和53年度～平成7年度
2. 傷害の月別発生頻度
昭和53年度～平成7年度

3. 傷害の発生頻度

項目	種目
A 授業中	体育実技 各教科
B 部活動中	野球部 サッカー部 バスケットボール部 バレーボール部 ラグビーボール部 陸上競技部 ハンドボール部 柔道部 ソフトテニス部 テニス部 空手部 剣道部 水泳部 アーチェリー部 バドミントン部 ソフトボール部 ワングルスキー部
C 学校行事及び学生会活動	体育祭 学生会活動(球技大会) 中国地区高等専門学校体育大会 全国高等専門学校体育大会 ステップキャンプ 高専祭 遠足 オリエンテーション
D その他	登下校中 休憩時間 寄宿舍 放課後 無記入

4. 傷害の部位別頻度

部位	種類
A 頭頸部	頭部 顔面 頸部 口 眼 耳 鼻 歯
B 躯幹	前胸部 腹部 背部 腰部 骨盤
C 上肢	鎖骨 肩 上腕 前腕 肘 手関節 手部 手指部
D 下肢	股関節 大腿 肘 下腿 アキレス腱 足関節 足部 足指部

5. 傷害の種類別頻度

捻挫 骨折 打撲 挫傷 挫創 関節炎 脱臼 出血 切創 靭帯損傷 裂傷
 その他(割創 擦過傷 腱鞘炎 半月板損傷 ヘルニア 歯牙破折 神経麻痺 突指 オスグット氏病 筋肉痛 軟骨損傷 肋骨損傷 熱傷 ガス中毒 切傷 心不全 腫部痛 母指痛 神経痛 膝部痛 下腿痛 断裂 中耳炎 中耳カタル 鼓膜破裂 歯間息閑 眼瞼腫張 毛様体炎 結膜炎 角膜びらん アルカリ腐蝕 刺傷 日射病 無記入)

§ 4 結果と考察

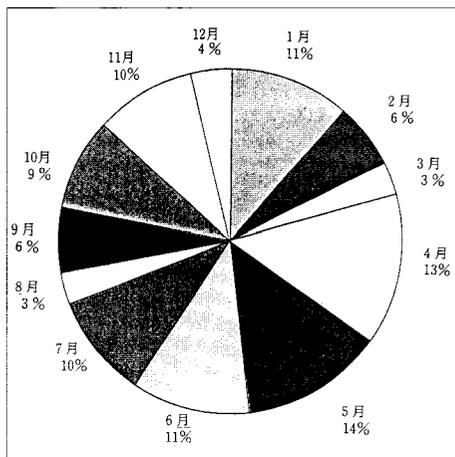


図1. 月別

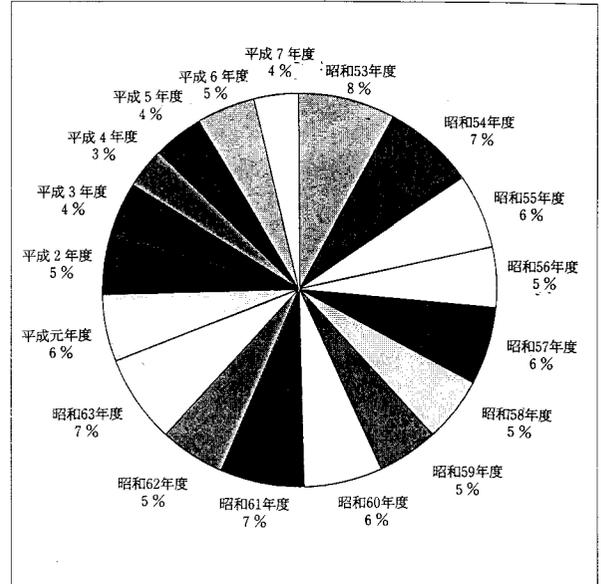


図1. 年度別

図1は、学校管理下における傷害の月別発生件数及び年度別発生件数を示したものである。

月別における傷害発生件数から述べると、1月80件・2月44件・3月22件・4月100件・5月96件・6月78件・7月70件・8月22件・9月43件・10月61件・11月68件・12月27件である。

次に、年度別における傷害発生件数について述べると、昭和53年度58件・昭和54年度52件・昭和55年度44件・昭和56年度35件・昭和57年度46件・昭和58年度38件・昭和59年度35件・昭和60年度46件・昭和61年度48件・昭和62年度38件・昭和63年度51件・平成元年度41件・平成2年度37件・平成3年度29件・平成4年度24件・平成5年度30件・平成6年度33件・平成7年度26件である。

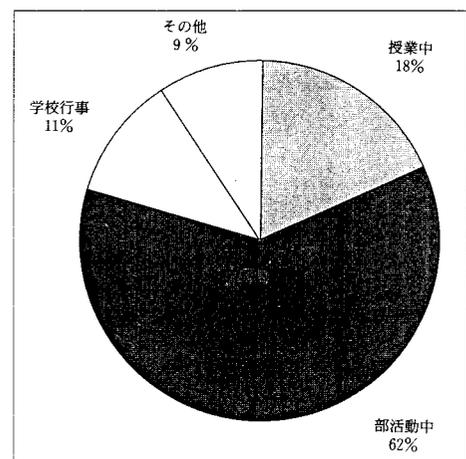


図2. 項目別

図2は、傷害の発生別項目を示したものである。

傷害の発生件数の多いものから順に述べると、部活動436件、授業中129件、学校行事及び学生会活動79件、その他60件、無記入7件である。

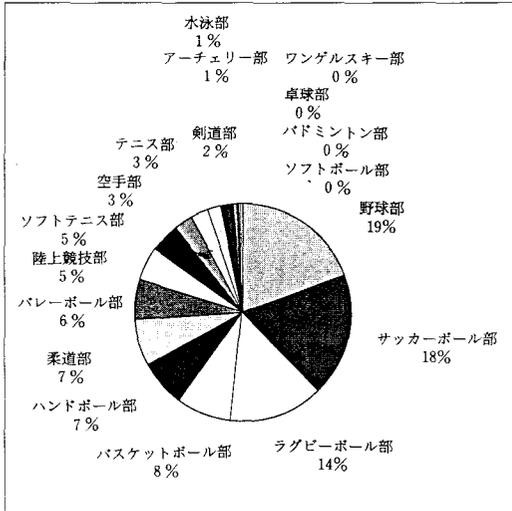


図3. 発生別 (部活動)

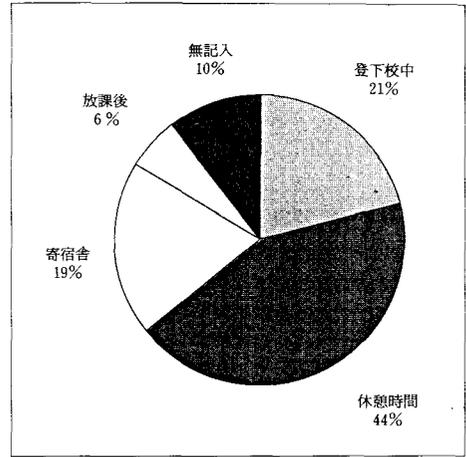


図3. 発生別 (その他)

さらに、図2の傷害の発生別項目を具体的に示したものが図3の傷害の発生別種類であり、部活動からそれぞれ傷害の発生件数が多いものから述べると、野球部85件、サッカー部80件、ラグビー部62件、バスケットボール部35件、ハンドボール部30件、柔道部30件、バレーボール部27件、陸上競技部21件、ソフトテニス部20件、空手部12件、テニス部11件、剣道部8件、水泳部6件、アーチェリー部3件、ソフトボール部2件、ワンゲルスキー部2件、卓球部1件、バドミントン部1件である。

授業中について述べると、体育実技106件、HR活動8件、卒業研究8件、工作実習4件、測量実習1件、工学実験1件、化学実習1件である。

学校行事及び学生会活動について述べると、球技大会33件、中国地区高等専門学校体育大会18件、体育祭15件、ステップキャンプ5件、全国高等専門学校体育大会3件、高専祭3件、遠足1件、オリエンテーション1件である。

その他について述べると、休憩時間29件、登下校中14件、寄宿舎13件、放課後4府県、無記入7件である。

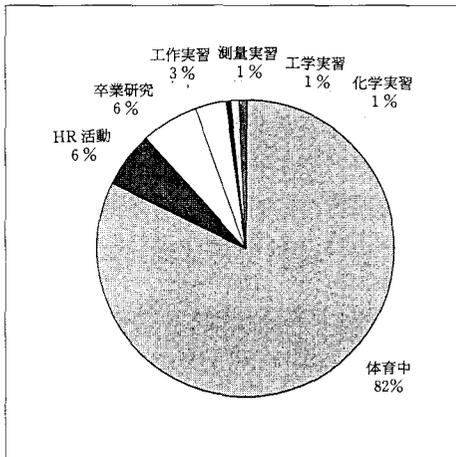


図3. 発生別 (授業中)

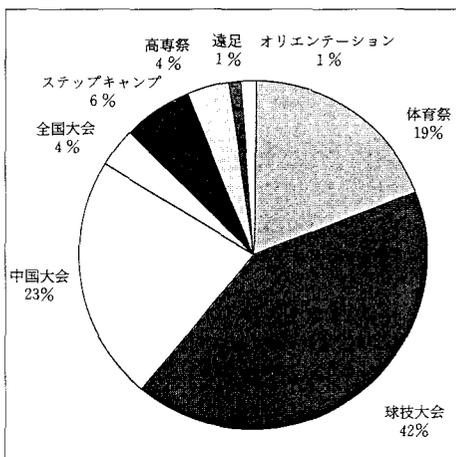


図3. 発生別 (学校行事および学生会活動)

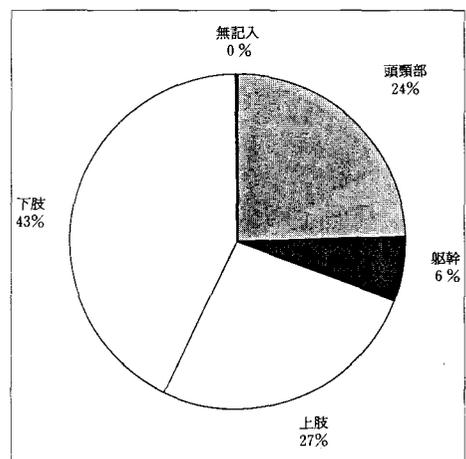


図4. 部位別

図4は、傷害の部位別を示したものである。

傷害の発生件数の多いものから順に述べると、下肢347件、上肢217件、頭頸部199件、躯幹52件、無記入2件である。

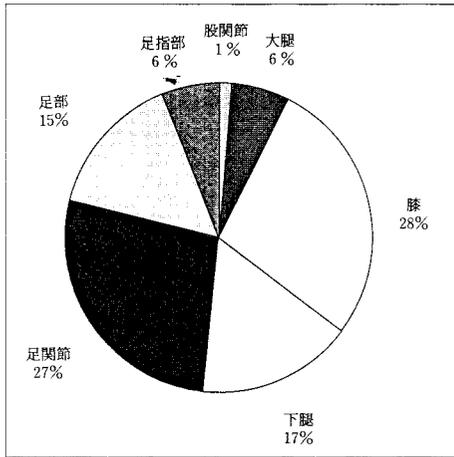


図5. 部位別 (下肢)

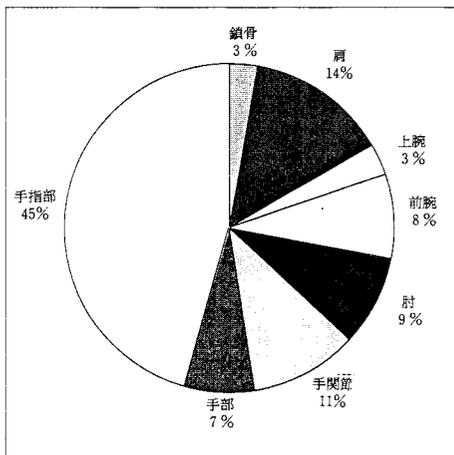


図5. 部位別 (上肢)

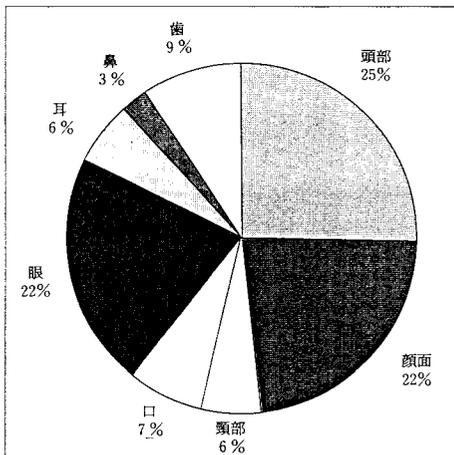


図5. 部位別 (頭頸部)

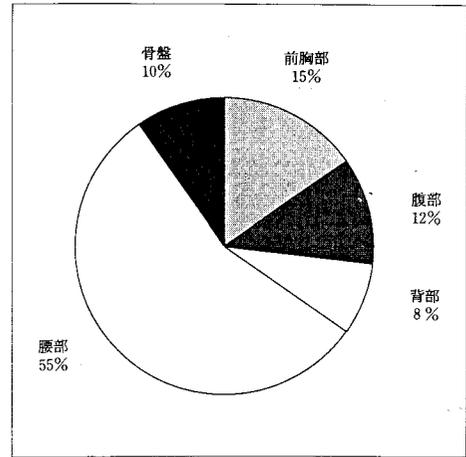


図5. 部位別 (躯幹)

さらに、図4の傷害の部位別を具体的に示したものが図5の傷害の部位別における種類別であり、下肢からそれぞれ傷害の発生件数が多いものから述べると、膝95件、足関節93件、下腿57件、足部55件、大腿21件、足指部21件、股関節5件である。

上肢について述べると、手指部99件、肩30件、手関節23件、肘19件、前腕18件、手部15件、上腕7件、鎖骨6件である。

頭頸部について述べると、頭部51件、顔面45件、眼43件、歯18件、口14件、耳12件、頸部11件、鼻5件である。

躯幹について述べると、腰部29件、前胸部8件、腹部6件、骨盤5件、背部4件である。

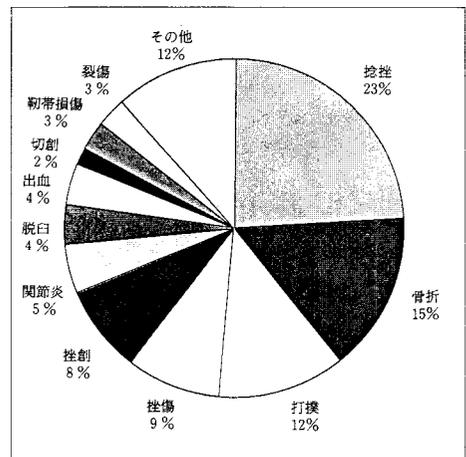


図6. 種類別

図6は、傷害の種類別を示したものである。

傷害の発生件数の多いものから順に述べると、捻挫196件、骨折125件、打撲99件、挫傷72件、挫創68件、脱臼33件、出血32件、靭帯損傷23件、裂傷21件、その他108件である。またその他についての発生件数について述べると、切創14件、歯牙破折12件、割創12件、擦過傷10件、腱鞘炎5件、半月板損傷5件、ヘルニア5件、突指4件、

筋断裂4件,毛様体炎4件,神経麻痺3件,筋肉痛3件,アルカリ腐食3件,オスグッド氏病2件,軟骨損傷2件,熱傷2件であり,肋骨損傷・ガス中毒・切傷・心不全・傷部痛・母指痛・神経痛・膝部痛・下腿痛・中耳炎・中耳カタル・鼓膜破裂・歯間息閑・眼瞼腫張・結膜炎・角膜びらん・刺傷・日射病についてはそれぞれ1件で,無記入2件である。

図7については,図2の傷害発生別で最も多く集中している部活動中に重点をおき,各運動部別における傷害の部位別を統計処理することによって,各運動部別の傾向と特徴を把握することを目的とした。また,傷害発生件数が10件以上ある運動部については円グラフ,10件以下の運動部については表により示すこととした。

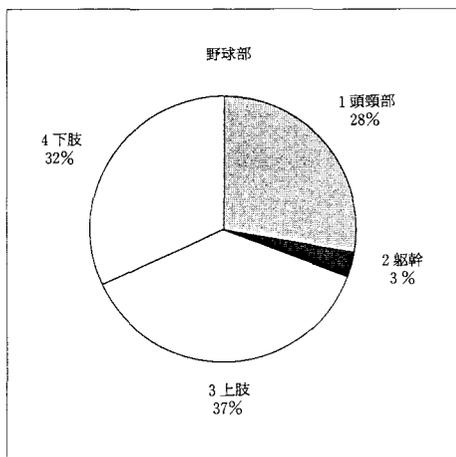


図7. 種類別 (野球部)

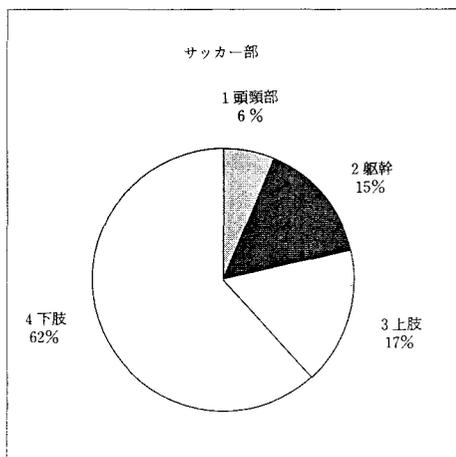


図7. 種類別 (サッカー部)

野球部について部位別の傷害発生件数の多いものから述べると,上肢36件,下肢31件,頭頸部27件,軀幹3件であり,さらにその内訳について述べると,上肢では手指部16件,肩11件,手関節5件,上腕3件,下肢では足関節12件,膝9件,下腿5件,大腿および足部が2件,股関節1件,頭頸部では眼9件,頭部および顔面・口がそれぞれ4件,軀幹では腰部2件,前胸部1件である。

サッカー部について述べると,下肢58件,上肢16件,軀幹14件,頭頸部6件であり,さらにその内訳について述べると,下肢では膝25件,足関節10件,下腿9件,足部8件,大腿4件,足指部2件,上肢では前腕5件,肩および手指部が3件,肘および手部が2件,手関節1件,軀幹では腰部9件,腹部および骨盤が2件,前胸部1件,頭頸部では頭部3件,顔面および眼が1件である。

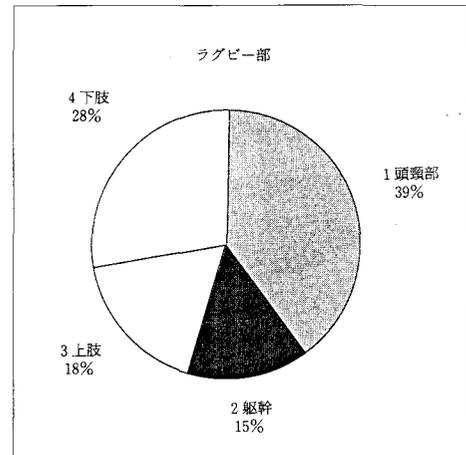


図7. 種類別 (ラグビー部)

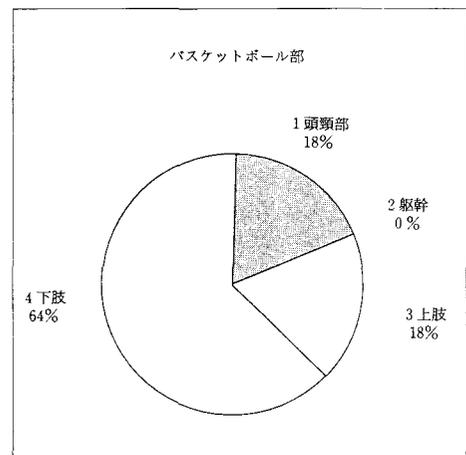


図7. 種類別 (バスケットボール部)

ラグビー部について述べると,頭頸部27件,下肢19件,上肢12件,軀幹10件であり,さらにその内訳について述べると,頭頸部では頭部11件,口4件,顔面および耳が3件,眼および歯が2件,頭部および鼻が1件,下肢では膝6件,下腿および足部が5件,足関節2件,大腿2件,上肢では手指部6件,手関節2件,鎖骨および肩・肘・手部がそれぞれ1件,軀幹では腰部6件,前胸部および骨盤が2件である。

バスケットボール部について述べると,下肢24件,頭頸部および上肢が7件で,軀幹については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると,下肢では足関節14件,膝5件,足部3件,大腿および下腿が1件,頭頸部では眼3件,顔面2件,頭部および歯が1

件、上肢では手指部3件、手関節2件、前腕および肘が1件である。

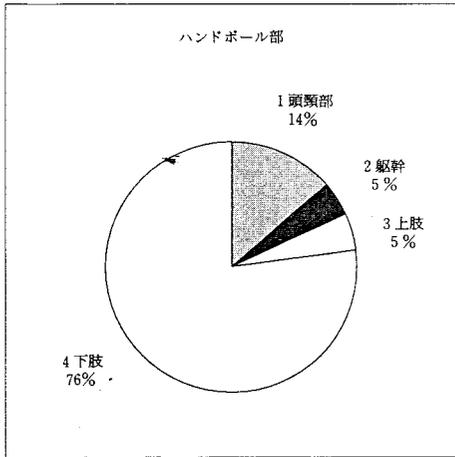


図7. 種類別 (ハンドボール部)

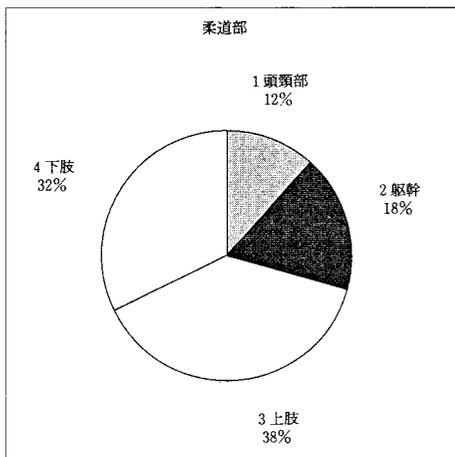


図7. 種類別 (柔道部)

ハンドボール部について述べると、下肢17件、上肢11件、頭頸部3件、軀幹1件であり、さらにその内訳について述べると、下肢では足関節6件、膝4件、下腿および足部が3件、大腿1件、上肢では手指部7件、鎖骨および上腕・肘・手関節がそれぞれ1件、頭頸部では顔面2件、頭部1件、軀幹では胸部1件である。

柔道部について述べると、上肢13件、下肢11件、軀幹6件、頭頸部4件であり、さらにその内訳について述べると、上肢では肘6件、肩3件、鎖骨2件、上腕および前腕が1件、下肢では膝6件、足指部2件、下腿および足関節・足部がそれぞれ1件、軀幹では前胸部および背部・腰部がそれぞれ2件、頭頸部では頭部2件、顔面および耳が1件である。

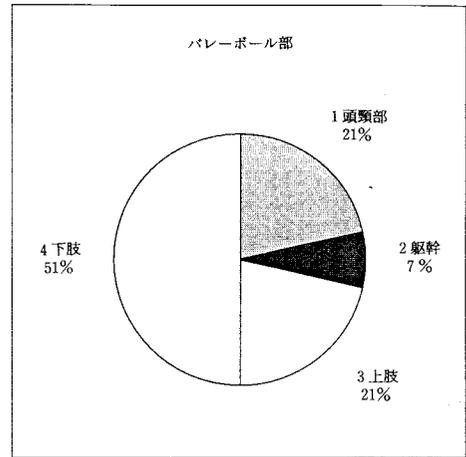


図7. 種類別 (バレーボール部)

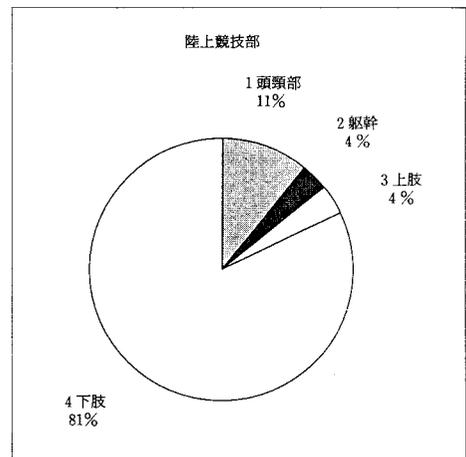


図7. 種類別 (陸上競技部)

バレーボール部について述べると、下肢14件、頭頸部および上肢が6件、軀幹2件であり、さらにその内訳について述べると、下肢では足関節6件、膝および下腿・足部・足指部がそれぞれ2件、頭頸部では顔面および鼻が2件、頭部および頸部が1件、下肢では手指部3件、肩および肘・手関節がそれぞれ1件、軀幹では腰部2件である。

陸上競技部について述べると、下肢23件、頭頸部3件、軀幹および上肢が1件であり、さらにその内訳について述べると、下肢では大腿および下腿・足関節・足指部がそれぞれ5件、膝2件、股関節1件、頭頸部では頭部3件、軀幹では、骨盤1件、上肢では手関節1件である。

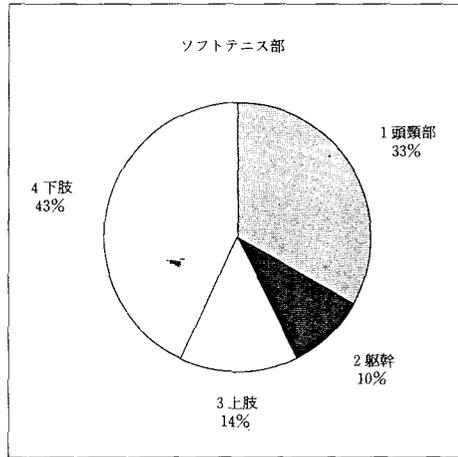


図7. 種類別 (ソフトテニス部)

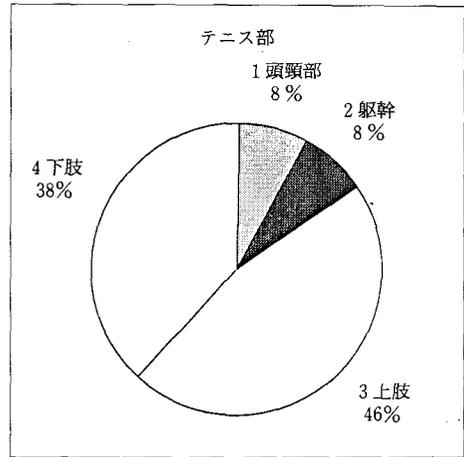


図7. 種類別 (テニス部)

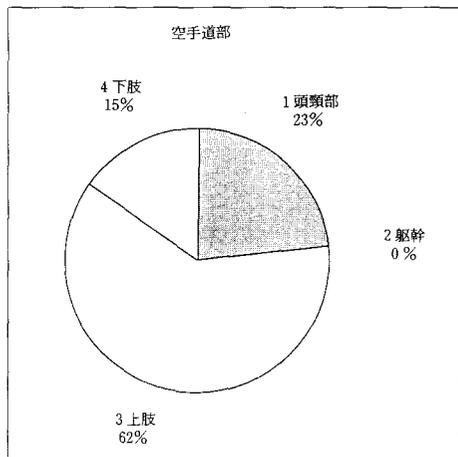


図7. 種類別 (空手道部)

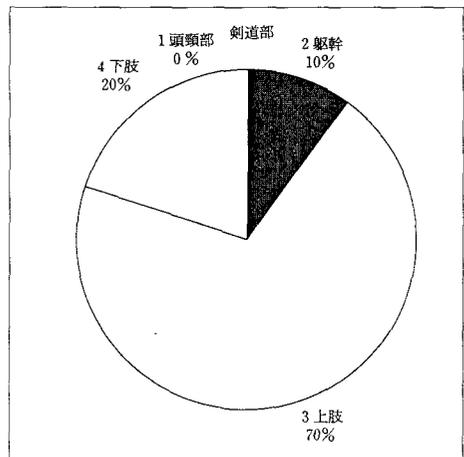


図7. 種類別 (剣道部)

ソフトテニス部について述べると、下肢9件、頭頸部7件、上肢3件、軀幹2件であり、さらにその内訳について述べると、下肢では膝および足部が3件、下腿2件、大腿1件、頭頸部では眼7件、上肢では手指部2件、肩1件、軀幹では腰部2件である。

空手道部について述べると、上肢8件、頭頸部3件、下肢2件であり、軀幹については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、上肢では手指部6件、前腕および手部が1件、頭頸部では頭部および口・鼻がそれぞれ1件、下肢では股関節および下腿が1件である。

テニス部について述べると、上肢6件、下肢5件、頭頸部および軀幹が1件であり、さらにその内訳について述べると、上肢では手指部3件、手関節2件、肘1件、下肢では膝3件、足部2件、頭頸部では眼1件、軀幹では腰部1件である。

剣道部について述べると、上肢7件、下肢2件、軀幹1件であり、頭頸部については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、上肢では手指部3件、手関節および手部が2件、下肢では足部2件、軀幹では腰部1件である。

表7. 種類別 (水泳部)

クラブ名/項	1 頭頸部	2 軀 幹	3 上 肢	4 下 肢
水 泳 部	4	0	0	3

表7. 種類別 (アーチェリー部)

クラブ名/項	1 頭頸部	2 軀 幹	3 上 肢	4 下 肢
アーチェリー部	0	0	2	1

水泳部について述べると、頭頸部4件、下肢3件であり、躯幹および上肢については、傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、頭頸部では頭部2件、鼻および歯が1件、下肢では、下腿2件、膝1件である。

アーチェリー部について述べると、上肢2件、下肢1件であり、頭頸部および躯幹については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、上肢では手関節2件、下肢では足部1件である。

表7. 種類別 (ソフトボール部)

クラブ名/項	1頭頸部	2躯幹	3上肢	4下肢
ソフトボール部	1	0	1	0

表7. 種類別 (ワングルスキー部)

クラブ名/項	1頭頸部	2躯幹	3上肢	4下肢
ワングルスキー部	0	0	0	3

ソフトボール部について述べると、頭頸部および上肢が1件であり、躯幹および下肢については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、頭頸部では顔面1件、上肢では手指部1件である。

ワングルスキー部について述べると、下肢3件であり、頭頸部および躯幹・上肢については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、下肢では下腿3件である。

表7. 種類別 (卓球部)

クラブ名/項	1頭頸部	2躯幹	3上肢	4下肢
卓球部	0	0	0	1

表7. 種類別 (バドミントン部)

クラブ名/項	1頭頸部	2躯幹	3上肢	4下肢
バドミントン部	0	0	0	1

卓球部について述べると、下肢1件であり、頭頸部および躯幹・上肢については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、下肢では膝1件である。

バドミントン部について述べると、下肢1件であり、頭頸部および躯幹・上肢については傷害の発生は認められない。さらにその内訳について述べると、下肢では膝1件である。

図8については、図7と同様に傷害の種類別について統計処理し示したものである。

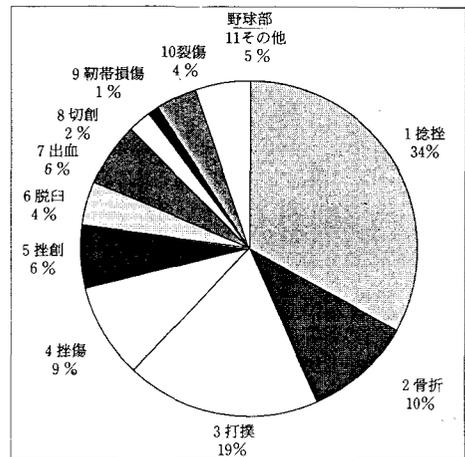


図8. 部位別 (野球部)

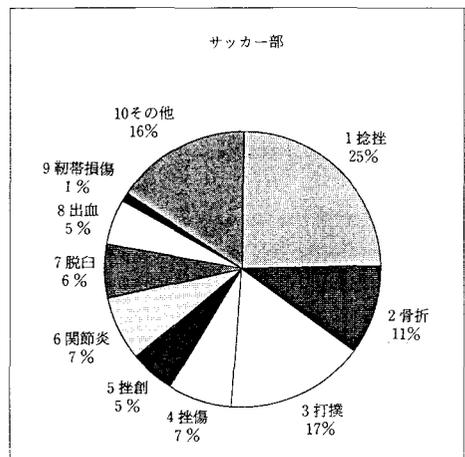


図8. 部位別 (サッカー部)

野球部の種類別の発生件数の多いものから順に述べると、捻挫32件、打撲18件、骨折10件、挫傷9件、挫創および出血が6件、脱臼および裂傷が4件、切創2件、靭帯損傷1件、その他5件(歯牙破折3件、腱鞘炎および眼瞼腫張が1件)である。

サッカー部の種類別の発生件数について述べると、捻挫23件、打撲15件、骨折10件、挫傷および関節炎が7件、脱臼6件、挫創および出血が5件、靭帯損傷1件、その他15件(擦過傷6件、ヘルニア3件、割創および腱鞘炎・筋肉痛・軟骨損傷・腫部痛・断裂がそれぞれ1件)である。

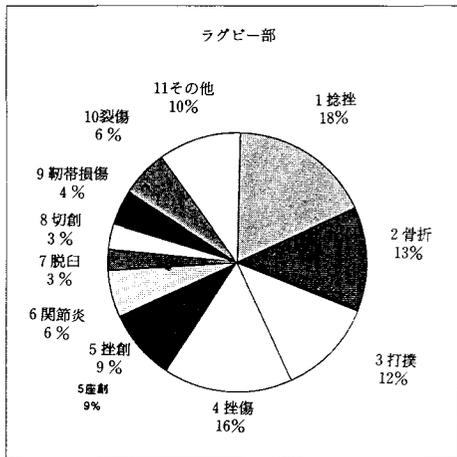


図8. 部位別 (ラグビー部)

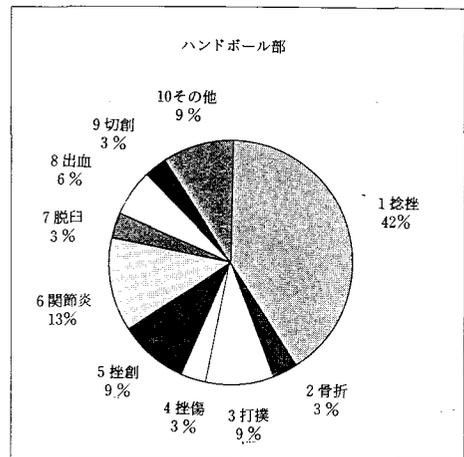


図8. 部位別 (ハンドボール部)

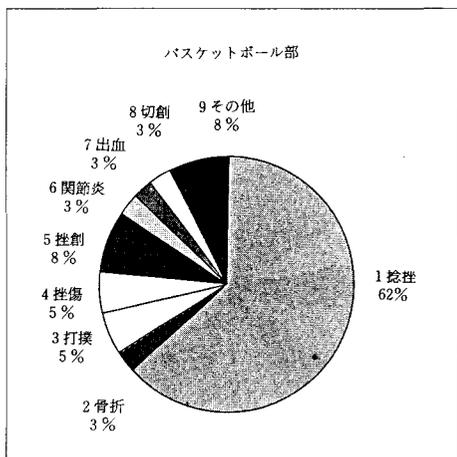


図8. 部位別 (バスケットボール部)

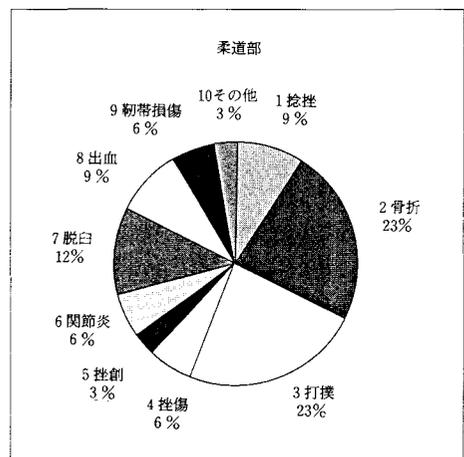


図8. 部位別 (柔道部)

ラグビー部の種類別の発生件数について述べると、捻挫12件、挫傷11件、骨折9件、打撲8件、挫傷6件、関節炎および裂傷が4件、靭帯損傷3件、脱臼および切創が2件、その他6件（割創および歯牙破折がそれぞれ2件、神経痛および中耳カタルが1件）である。

バスケットボール部の種類別の発生件数について述べると、捻挫23件、挫創3件、打撲および挫傷が2件、骨折および関節炎・出血・切創がそれぞれ1件、その他3件（割創および歯牙破折・オスグット氏病がそれぞれ1件）である。

ハンドボール部の種類別の発生件数について述べると、捻挫13件、関節炎4件、打撲および挫創が3件、出血2件、骨折および挫傷・脱臼・切創がそれぞれ1件、その他3件（突指および母指痛・断裂）である。

柔道部の種類別の発生件数について述べると、骨折および打撲が8件、脱臼4件、捻挫および出血が3件、挫傷および関節炎・靭帯損傷がそれぞれ2件、挫創1件、その他1件（中耳炎）である。

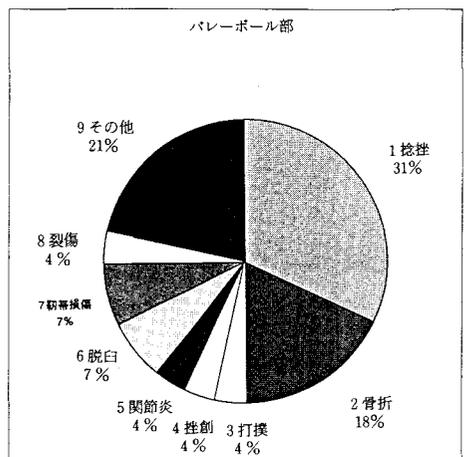


図8. 部位別 (バレーボール部)

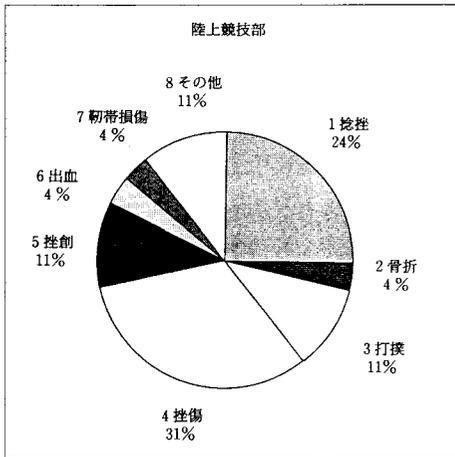


図8. 部位別 (陸上競技部)

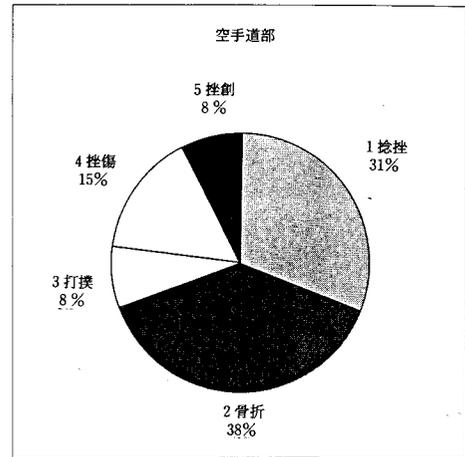


図8. 部位別 (空手道部)

バレーボール部の種類別の発生件数について述べると、捻挫9件、骨折5件、脱臼および靭帯損傷が2件、打撲および挫創・関節炎・裂傷がそれぞれ1件、その他6件（神経麻痺2件、割創および腱鞘炎・ヘルニア・筋肉痛）である。

陸上競技部の種類別の発生件数について述べると、挫傷9件、捻挫7件、打撲および挫創が3件、骨折および出血・靭帯損傷がそれぞれ1件、その他3件（腱鞘炎2件、半月板損傷）である。

ソフトテニス部の種類別の発生件数について述べると、打撲6件、関節炎5件、捻挫および挫傷が2件、骨折および挫創・切創・裂傷がそれぞれ1件、その他2件（割創およびヘルニアが1件）である。

空手道部の種類別の発生件数について述べると、骨折5件、捻挫4件、挫傷2件、打撲および挫創が1件である。

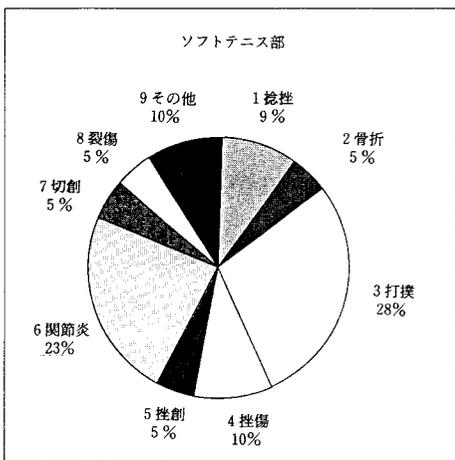


図8. 部位別 (ソフトテニス部)

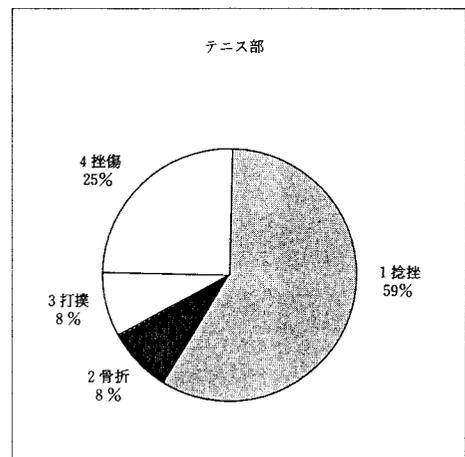


図8. 部位別 (テニス部)

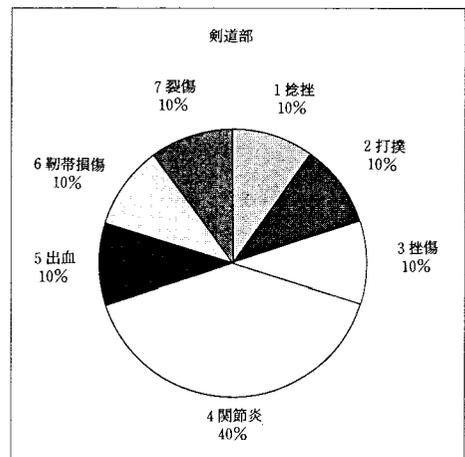


図8. 部位別 (剣道部)

テニス部の種類別の発生件数について述べると、捻挫7件、挫傷3件、骨折および打撲が1件、その他1件(膝部痛)である。

剣道部の種類別の発生件数について述べると、関節炎4件、捻挫および打撲・挫傷・出血・靭帯損傷・裂傷がそれぞれ1件である。

表8. 部位別 (水泳部)

クラブ名/項目	1骨折	2挫傷	3脱臼	4その他
水泳部	2	2	1	2

表8. 部位別 (アーチェリー部)

クラブ名/項目	1捻挫	2打撲
アーチェリー部	2	1

水泳部の種類別の発生件数について述べると、骨折および挫傷が2件、脱臼1件、その他2件(歯牙破折および筋肉痛が1件)である。

アーチェリー部の種類別の発生件数について述べると、捻挫2件、打撲1件である。

表8. 部位別 (ソフトボール部)

クラブ名/項目	1骨折	2挫傷
ソフトボール部	1	1

表8. 部位別 (ワングルスキー部)

クラブ名/項目	1関節炎	2挫創
ワングルスキー部	2	1

ソフトボール部の種類別の発生件数について述べると、骨折および挫傷が1件である。

ワングルスキー部の種類別の発生件数について述べると、関節炎2件、挫創1件である。

表8. 部位別 (卓球部)

クラブ名/項目	1関節炎
卓球部	1

表8. 部位別 (バドミントン部)

クラブ名/項目	1靭帯損傷
バドミントン部	1

卓球部の種類別の発生件数について述べると、関節炎1件である。

バドミントン部の種類別の発生件数について述べると、靭帯損傷1件である。

§5 総括

本調査研究は、日本体育学校保健センター医療給付の対象にならなかつたり学校管理下から離れてのスポーツ等の活動を行う学生全体についての数値ではない。すなわち、医師の治療を受けるまでにいたらなかつた比較的軽いけがを含めると、傷害・事故の数はずっと多くなってくる。

また、このような傷害・事故発生にまで調査を行うことにより、より一層の傾向を知ることができ、傷害・事故の安全対策も確立されていく。

おわりに、以上の報告は、個人的経験不足と資料不足から、傷害・事故についての特徴・傾向の結果や考察、論じ残した問題点も多々あり、次報の研究においては、多くの実例を調査し、統計学見地から考え、実態を把握し、傷害・事故の傾向・対策の問題について、検討するとともに、今後の研究を積み重ねていきたい。

なお、この稿をなすにあたって、調査およびご指導いただきました本校の文部技官看護婦山下・前垣内教官に感謝するとともに御礼申し上げます。

参考文献

- 体育・スポーツ指導実務必 平成7年度版
ぎょうせい
- スポーツ等活動中の傷害調査 平成2年度
法人財団スポーツ安全協会
- 特別・課外活動における安全指導マニュアル
平成4年 国専協厚生補導委員会
- 図説 救急安全教本
日本救急医学会救急法教育委員会
- 現代 保健体育学体系
11 学校保健 大塚正八郎著
12 健康学概論 田中恒男, 横橋五郎著
- 保健体育学体系
4 学校保健 東龍太郎著
- 安全教育 吉田清著
- 体育・スポーツ事故「1980~89年」学校編
野間口英敏著
- 学校保健シリーズ3巻 学校保健活動
船川幡夫, 高石昌弘編著
- 学校保健
江口篤寿, 大沢清二, 紫若光昭, 下村義夫編著
- 現代保健科教育法 小倉学編著
- 新体育学講座 第47巻 健康教育学 森昭三著
- 新体育学講座 第12巻 体育科教育の諸問題
佐々木久吉著
- 新体育学講座 第34巻 学校保健学
阿部三玄, 森昭三共著

(平成9年4月15日受付)

ウェールズの地名(5)

(一般科目) 石井 淳二

Place-Names in Wales (5)

Junji ISHII

Abstract

In Place-Names in Wales (4) I dealt exclusively with the place-names in Cardiganshire, or *Aberteifi*.

Here in this part I would like to deal exclusively with those in Carmarthenshire, or *Caerfyrddin*.

Key Words: Wales, Welsh, Carmarthenshire, place-names

ウェールズ, ウェールズ語, カマーゼンシャー州, 地名

§ 1 はじめに

Jan Morris は、*The Matter of Wales* の中で Carmarthen に触れて、次のように述べている。

The wizard of all wizards was a Welshman – Myrddin Emrys, Merlin, who has supposedly given his name to his birthplace, Caerfyrddin, Anglicized to Carmarthen. Until the 1980s there stood in one of its streets an ancient leafless oak, clamped together with iron struts and infusions of concrete, which was known as Merlin’s Oak, and of which it was said that if ever it was removed, calamity would befall the town (they removed it anyway for traffic improvements, but perhaps the effect was retroactive, for Carmarthen had already been fatally vandalized by developers). Myrddin is commemorated in North Wales by sundry sites and legends, and in Monmouth they will fondly, if altogether fallaciously, show you the window in which the monk Geoffrey sat to write his *History of the Kings of Britain*, and so give the great seer’s name to the world at large. (1986, pp. 82–83)

§ 2 カマーゼンシャー州について

Carmarthen は、*Caerfyrddin* というウェールズ語の

英語化形である。ウェールズ年代記は、この地名が予言者であり吟唱詩人でもあった Myrddin, 即ち Merlin に由来する、としている。そして、この説を大胆かつ不合理にも支持する言い伝えが多い。しかし、歴史は、この地名の通俗語源説を否認している。州都 Carmarthen は、ローマ人による征服の間およびそれ以後、Merlin が生まれるずっと前、彼等によって“Maridunum”と呼ばれたからである。ブリトン人の *Kaerfyrddin* は、プトレマイオス (Ptolemy) の海辺都市“Maridunum”であり、また、アントニウス (Antonius) の城壁都市“Maridunum”である。このラテン語名は、ウェールズ語からの翻訳であり、後者は、*Caer*「要塞、防壁」+ *fyr* (*mor-myr*「海」の語頭音変化) + *din-ddin*「丘」の合成語で、「臨海の、或は海の近くにある防備を固めた丘」の意を表す、とする説がある。また、*Caermyrddin*「廃墟と化した都市」が、正しい語源である、とする説もある。*Caer-fyrd-dyn*「1万の砦」と書かれることもある。T. Morgan は、“Maridunum”が正しい語源であり、これにウェールズ語の *caer* が接頭辞として付加され、その後 *Caerfyrddin* という現在の語形に変えられた、という説を採っている。

因みに、A. Room は、Carmarthen に関して次のように説明している。

A town northwest of SWANSEA on the River TOWY. The first element of the name is the Old

Welsh *cair* (modern *caer*), 'fort'. The rest of the name represents the British (Celtic) name *Mari-dunum*, meaning 'seaside fort', from the elements *mari-* (maritime) and *duno-* (fort) — Carmarthen is only ten miles from the sea (Carmarthen Bay). The original Celtic name gave the name of the Roman camp here, which was *Moridunum*, and it also lies behind the modern Welsh name of the town, which is Caerfyrddin (with *m* becoming *f* after *r*, as happens in Welsh). The name is thus really a tautology, with the word 'fort' occurring twice. By about the twelfth century the name had come to be misinterpreted as *caer* (fort) plus *Myrddin*, the latter taken to be a personal name and believed to be (or invented to be) that of a six-century warrior, who performed many wonderful deeds. The twelfth-century Benedictine monk, Geoffrey of Monmouth, then latinised this as *Merlinus* and incorporated the character into his account of the legends of King Arthur. Thus Merlin the magician was born! (1993, p. 73)

§ 3 カマーゼンシャー州の地名

ABERARAD

Aber「河口」+ *Arad* (川の名前)。村は、この川の辺りにある。アラド川 (The River Arad) と呼ばれる理由は、恐らく、その形状が *aradr*「鋤」に似ているからであろう。Arad は、*aradr* の通俗発音である。

ABERBRAN

この地名は、ブラン川 (The River *Bran*) に由来している。

ABERCOUYN

Cowyn または *Cywyn* は、河川名で、「上昇、増大、膨張」を意味する。よく用いられる *cwnu*「上昇」という語は、動詞の *cywynu*「上昇する、増える」からきている。また、ラテン語の *scando*「上がる、増す」と同語源。

ABERDUAR

正しくは、*Aberdyar* と綴る。この村が、ディアル川 (The River *Dyar*) の辺りにあることに、恐らく、由来しているであろう。*Dyar* は、「騒音、物音」の意。*Du-ar* は、「黒い土の上を流れる水」を表すのであろう。

ABERGORLECH

Aber + *Gorlech* (川の名前)。恐らく、*Garw-lech* の母音変化であろう。*Garw*「荒い、ざらざらした」+



図 5 CARMARTHENSHIRE

lech = *llech*「石」、或いは *cor*「小さい」 + *llwch*「水、湖」に由来している、と考えられる。

ABERGWILI

Gwili は、川の名前で、*Gwyllt*「荒れた」の派生語である。*Lli* は、「流れ」の意。従って、「激流、急流」を表す。また、*Gwy*「水」 + *lli*「流れ」に由来する、とする説もある。この村は、聖デイヴィッド大聖堂司教の居所である。

ABOVE – SAWDDWY

この地名は、サウズウイ川 (The River Sawddwy) に由来する。村は、この川の辺りにある。*Sawd* は、「深さ、沈没」を意味し、*gwy* は、「水」を表す。しかし、*wy* は、ここでは形容詞語尾であると考えられるので、「水」という意味を表すかどうか疑わしい。

AMMANFORD

この町の古名は、Cross Inn であった。四つの道路の交差点にある同名の居酒屋に由来する。*Amman* という川の名前は、*aml*「多くの」 + *an* または *ain*「水」の合成語で、「多くの支流もしくは水源を有する川」を表す、という説がある。また、語源は、*ban*「高さ、山頂」である、とする説もある。これは、恐らく、*Amon*、*Amnis* に由来しているのであろう。「川」を意味するゲール語は、*abhain* であり、*amhain* は、*afon*「川」の古い語形である。

因みに、A. Room は、この地名について次のように説明している。

The name of this town means what it says, namely 'a ford over the River Amman'. The river's name comes from the Welsh *banw* (pig), and denotes a river that 'roots' its way through the ground like a pig. The town, adjacent to the South Wales coalfield, arose in the nineteenth century so the name is quite recent. The Welsh name is *Rhydaman*, translating the English. (1993, pp. 9-10)

また、J. Jones は、次のように概説している。

The Welsh form is *Rhydaman*, the ford over the river Aman. There is reference in the *Mabinogi* to King Arthur and his men hunting the *Twrch Trwyth*, - a boar, and killing one of his sows by the Amanw. The river was dedicated to the goddess Amanwy. (1990, p. 12)

BANCYFELIN

Banc「土手、堤防、上り傾斜」 + *y* (定冠詞) + *felin-melin*「製粉所」の合成語。

BRECHFA

丘陵地。*Brech* は、*brych*「まだら模様の」の女性形であり、*brith* の二重語 (doublet)。Cefnbrith を参照。

BRYNAMMAN

Gwter Fawr「大きな溝」と呼ばれることもあった。1838年、この村の或る家が、*Brynamman* と呼ばれた。そして、1864年に鉄道が通じた時、駅名は、*Brynamman* とされた。従って、この村名がある。Aman に関しては、Ammanford を参照。

BRYN GWYNE

Bryn「丘」。*Bwinnau* は、*gwyn*「白い、神聖な」の強意形。*Gwynydd*「幸福な国」、或いは、恐らく、*gwinau*「わらびの赤みがかかった色の、赤褐色の」を表すのであろう。

BRYNHAFOD

Hafod は、「夏期用の家」を表す。これは、普通、丘の上に建てられた。『ウェールズの地名(1)』の p. 14 を参照。

BRYNYBEIRDD

この地名は、近くにあった *Cwrt-bryn-y-beirdd* という古い農家に由来する。その家が、かつて吟唱詩人達の住宅であった、という推測に基づく。

BURRY PORT

この町は、*Pembre*、または *Pen-bre* という古い村に隣り合っている。*Pen*「頂上、先端」 + *bre*「山、高地」。Burry は、*bur*「泡の多い、激しい、荒い」 + *gwy*「水」の合成語である、とする説がある。*Burym-burum*「パン種、イースト」は、同じ語源から出ている。ベレム川 (The River Berem) は、この町から遠くない。*Bre*「丘」 + *porth*「港」という説もある。しかし、Burry は、恐らく、*burgh*「丘」に由来している、と思われる。ヨークシャー州 (Yorkshire) の Burythorpe を参照。この港町は、バリ川 (The River Burry) の河口にある。

因みに、A. Room は、この地名に関して次のように説明している。

This small town and port west of LLANELLI has a name that derives from the sand dunes here, locally known as 'burrows', with this word itself a development of the Old English *beorg* (mound, hill). (1993, p. 63)

BWLCHGWYNT

Bwlch「裂け目、山道」 + *gwynt*「風」の合成語。従って、「風が、時折、激しく吹きつける山道」を表す。

CALEDFWLCH

Caled「激しい、厳しい」 + *bwlch*「割れ目、山道」。付近で血戦が行われ、或る地点では苦痛と惨過が余りにも大きかったので、それ以後 *Caledfwlch* と呼ばれた。この地に *Nantgoch*「赤い小川」と呼ばれる小川があるが、これは、その川が、かつて、血で赤く染まっていた、と伝説的に信じられたことによる。

CAPEL ISAAC

この地は、かつて、Meidrymの教区牧師であったStephen Hughes師(1622-88)が、英国国教会を離れて、非国教徒教会を創建した1650年以来、会衆派教会団体との関連で有名である。彼等は、宗教的迫害を受けたので、暫くの間、或る洞穴に避難した。その後、1672年に、Issac Thomasの土地に教会堂を建てた。従って、*Capel Isaac*の名がある。

因みに、A. Roomは、この説を支持して次のように説明している。

In 1650, the Revd Stephen Hughes, vicar of the nearby village of Meidrim, left the Church of England and with his parishioners founded a Congregationalist chapel community. When persecuted, they at first took refuge in a cave, then built a chapel in 1672 on the land of one Issac Thomas—hence the name, as local history records it. (1983, p. 19)

CAPEL IWAN

Capel「教会堂」。*Iwan, Ivan, Ioan*は、「洗礼者ヨハネ(John the Baptist)」を表す。

CAPEL PAULIN

Capel「教会堂」。*Paulin*は、*Pawl Hen*「聖ポーライナス(St. Paulinus)」の語頭音変化。彼は、5世紀の人だった。

因みに、R. Spencerは、彼が亡くなった年について次のように述べている。

ST PAULINUS, Pawl Hen, or Paul Aurelian, died 573, Bishop, 12th March (22nd Nov. in Wales). (1991, p. 68)

CEFN CETHIN

Llandilo教区にある村。この地名は、住民達一般の説によれば、16世紀に近所に居住していた著名な詩人の名前*Cethin*に由来している。*Cefn*「高い山の背」+ *cethin*「暗い、恐ろしい、ものすごい」の合成語。

CENARTH

Cen (*pen*「頭、頂上」を表す低地ケルト語) + *arth-garth*「山の背、丘」。

CENOL

Cenol-canol「中央」。この地名が与えられた理由は、村が、Llanscuylという教区の中央部を含んでいるためである。

CERRYG SAWDDE

この地名は、村を貫流しているサウゼ川(The River Sawdde)に由来する。*Sawdde*は、*sawdd-wy*「深い水、または奔流」の転訛形。住民の或る古老は、この村の第一列目の家並が、サウゼ川から運ばれた石で造られたので、この地名がある、と述べた。

CILCARW

Cil「避難所」+ *carw*「雄鹿」の合成語。雄鹿が、昔は、逃げ場として辺鄙なこの付近に来たという。

CILCWM

この地名は、「人里離れた谷、谷の上流、または谷を見降ろす尾根」を表す。

因みに、J. Jonesは、この地名に関して次のように説明している。

A combination of *cil*, the source of a stream, and *cwm*, bowl-shaped valley. (1990, p. 17)

CILMAENLLWYD

Cil「避難所」+ *maen*「石」+ *llwyd*「灰色の、神聖な」の合成語。この地に残るドルルーイドの石の遺跡に因んで、この名がある。

CLOYGYN

正しくは、恐らく、*clogwyn*「絶壁」であろう。

CROSS HANDS

この地の同名の居酒屋に由来している。

因みに、J. Jonesは、この説を支持して次のように説明している。

Most probably named after a public house. (1990, p. 19)

CRUGYBAR

Crug「積み重ね、山」+ *bar*「苦悩、激怒、憤激」の合成語。この地名は、古代ローマ人が、彼等の戦死した兵士達を付近に埋葬した、という推測に由来している。彼らは、この近辺でイケニ族(Iceni)の女王ビズィッグ(Buddug)に率いられた、怒りに燃えるブリトン族によって襲われた。Buddugの英語名は、ブーディカ(Boudicca)、またはボウアディシーア(Boadicea)である。

因みに、H. Gruffuddは、彼女について次のように略説している。

Queen of the Iceni, a tribe that fought the Romans in the 1st century. She took poison instead of falling into the hands of the Romans. (1980, p. 17)

CWMAMAN

Cwm「狭い谷」+ *Aman* (Ammanfordを参照)の合成語。

CWMCOTHI

河川名の*Cothi*は、「追い出す、立ち退かせる」の意。*Ysgothi*「さらさらと音を立てる」。ギリシャ語の*Kathariso*にも、同じ意味がある。*Dolaucothi*は、カマーゼンシャー州の有名なジョンズ家(The Johnses)の屋敷であり、すぐ側には著名な吟唱詩人Lewis Glyn Cothi、即ちLlywelyn y Glyn (c. 1420-89)の邸宅があった。

CWMCUCH

キホ川 (The River Cuch) 沿いの地にある村。Cuch は、「収縮している、または寄せ集められているもの」の意。Cuchio 「眉をひそめる」。

CWMDUAD

Duad は、「黒さ」を表す。ディアド川 (The River Duad) は、谷間を貫流している。

因みに、J. Jones は、この地名について次のように略説している。

The valley of the river Duad. Duad implies darkness or blackness. (1990, p. 19)

CWM GWENDRAETH

Cwm 「谷間」。Gwendraeth は、この谷間を貫流する川の名前である。Gwen 「白い」 + traeth 「浜、岸、広がり」の合成語。

CWMHWPLIN

Hwplin は、語源上の難問。この地名は、多分、Cwm 「谷」 + hwplin (英語の goblin 「意地悪な鬼」を表す) の合成語であろう。

CWMSARNDU

Cwm 「谷」 + sarn 「舗装された道路」 + ddu 「黒い」。この地名は、同名の農場に由来している。

CYNWIL CAIO

Cyn 「前の、最初の」 + wil-gwyl (ラテン語は vigilia) 「不寝番、夜警」。Caio は、Caius というローマの名士の名前。Elieser Williams 師 (1754-1820) は、The Cambrian Register (1795-96) の中で、この地は、Caius の前衛部隊によって占領された、と述べている。

DAFEN

この村を貫流するダヴェン川 (The River Dafen) に由来する。この地名は、Taf-ain 「広がる水」の転訛形かもしれない。Tafwys 「テムズ川」は、同じ意味を表す。

DRAFACH

Tref 「家屋敷、町」 + fach-bach 「小さい」の合成語。

DREFELIN

この地名は、Tref 「家屋敷」 + melin 「製粉所」の合成語である、という説がある。また、村に製粉所がある、という事実にも拘わらず、この地名は、Filleindref 「農奴達の村、或いは農奴土地所有下の地域」の転置 (transposition) である、とする説もある。古いウェールズの法律の中には、taeogdref や fileindref が見られる。

因みに、J. Davies は、taeogdref に関して次のように説明している。

The maerdref was not the only taeogdref. The Book of Iorwerth, compiled in about 1240, provides

a description of the maenor or manor which consisted of a group of villein townships (taeogdrefi). The maenor was undoubtedly an ancient institution, for in the margin of *The Book of St Chad*, compiled about 740, there is a description of the maenor of Meddyfnych, which was broadly equivalent to the modern parish of Llandybie. Every dul male taeog had a right to a share of the land of the taeogdref and the duty of apportioning the land fell to the maer, his office had ancient roots – it was also recorded in the Old North. (1993, pp. 90-91)

DYFFRYN CEIDRYCH

Dyffryn 「谷」。Ceï-cain 「はっきりした、明るい、美しい」 + drych 「外観、光景」。この地名は、「風光明媚な谷」を意味する。この谷は、Brychan の娘 Ceindrych の名前に因んで命名された、という説がある。彼女は、5世紀の人だった。

FELINCWM

Melin 「製粉所」 + cwm 「谷」の合成語。

FELINDRE

Melin 「製粉所」 + dre-tref 「住宅」。

因みに、J. Jones は、この地名に関して2つの説を示している。

This is probably a compound of melin (or felin), a mill, and tre, meaning homestead. Some believe that it may be a corruption of vileindref, the villein's home, a villein in mediaeval times being a tenant farmer tied to his lord's land. (1990, p. 23)

FELINWEN

この村の名前は、Felinwen 「白い製粉所」と呼ばれる、古い製粉所に由来する。Wen-gwen 「白い」。

FERRY SIDE

タウイ川 (The River Towy) 河口近くの綺麗な村。人々は、対岸の村 Llanstephan へ行くときには、船で渡る。

因みに、J. Jones も、この説を支持している。

This name speaks for itself. Near the mouth of the Towy or Tawe, passengers were ferried over the river to Llanstephan. (1990, p. 23)

FFAIRFACH

Ffair 「定期市」 + fach-bach 「小さい」の合成語で、「小定期市」を表す。大変人気のある定期市が、この地でいつも11月22日に開かれた。従って、この地名がある。また、これは、Llandilo で立つ定期市と区別するためのものであった。

GARWAY

この地名は、Garw-wy 「凸凹な荒地を貫流している

川」の転訛かもしれない。

GELLICEIDRYM

この地名は、「下方に大きな割れ目がある山の頂上の雑木林、または小さな森」を意味する。Celli「小さい森」。

GOYTREY

Coed「森、木材」+ tre「家屋敷」の合成語で、「森の中の住宅」、或いは「木造の家」を表す。

GWYNFE

Gwyn「白い、清浄な、神聖な」+ fe-fai (mai「平原、野原」の語形変化)の合成語。Gwynfaは、「天国」を表すウェールズ語である。

HENGOED

Hen「古い、老いた」+ coed「森」。かつて、この地域を美しく飾っていた古い豊かな大森林によって、この地名がある。

HENLLAN AMGOED

Hen「古い」+ llan「教会」。Am「～の周囲に」+ coed「森」。従って、「森によって囲まれた古い教会」を意味する。

HOREB

この村は、Horeb (この地の浸礼教会) から名を取っている。

因みに、A. Room は、この地名に関して次のように説明している。

The name derives from a Nonconformist chapel here erected some time in the first half of the 19th century, with its biblical name taken to mean 'desert'. It is that of the mountain in Sinai where both Moses and Elijah stayed for forty days, referred to in Exodus 3: 1 and elsewhere in the Bible. There are several villages and other localities named Horeb in Wales, including three in Dyfed. The background for each of them is as stated here. (1983, p. 53)

HYRETH

Hiraeth「熱望」の転訛か、或いは hyriaeth「衝撃、激動」の母音変化であろう。

JOHNSTOWN

カマーゼン町の近くにある小村。Ystrad の John Jones を記念して、命名された。

因みに、A. Room も、この説を支持している。

According to Morgan (1887), the village was named after a 'Mr John Jones of Ystrad'. He was presumably a landowner here, or the initiator of a commercial concern. The village is just west of Carmarthen. (1983, p. 58)

KIDWELLY

この古い地名には、様々な語形がある。例えば、Nennius は、Cetgueli という地名を与えているが、この語形は、Liber Landavensis の中にも見られる。また、Kedewelli, Cedewely, Kadewely, Keddewelly, Kedwelli, Kydewelly 等の語形は、古い文書の中に見つけられる。Henry Owen は、この地が、ウェールズ語で Cedweli, または Cadweli と呼ばれ、その地名は、Cadwal という人名に由来する部族名である、と言っている。また、この地名は、Cyd「共に」+ wy-gwy「水」+ li-lli「小川」の合成語で、「複数の小川の合流(点)」か、または「2つの水の流れが合流して、同じ川床を流れていること」を表す、とする説がある。グウェンドゥライス・ヴァーハ川 (The River Gwendraeth Fach) とグウェンドゥライス・ヴァウル川 (The River Gwendraeth Fawr) が、町から約1マイル離れた所にある河口で合流している。更に、Gwendraeth 川は、初め Gwely という名前で呼ばれていたが、それは、恐らく、Gwili (gwy「水」+ lli「流れ」の転訛形であり、従って、「2つの流れる小川の合流点」を表す、という説もある。

上記の Liber Landavensis に関しては、M. Stephens が、次のように説明している。

Urban (d. 1134), Bishop of Llandaf, was in dispute with the bishops of Menevia (St. David's) and Hereford over property and the boundaries of their respective dioceses, especially in the years from 1128 to 1133. The Latin text known as Liber Landavensis (The Book of Llandav) was compiled between 1120 and 1140 to justify his claims to churches dedicated to the three patron saints of Llandaf which lay outside the diocese. (1986, p. 353)

因みに、A. Room は、この地名に関して次のように説明している。

A small town northwest of LLANELLI whose name may mean '(place of) Cadwal', with the final syllable of the name representing a Welsh ending, -i, that denotes the territory of the named person. The name was recorded in the tenth century as Cetgueli. The Welsh form of the name is Cydweli, and the '-ll-' of the English spelling developed by association with other names, such as Llanelli. This phenomenon makes it the only Welsh town to have a 'double l' pronounced like a single English 'l', rather than as the distinctive Welsh sound for the double letter. (1993, p. 194)

LAUGHARNE

ウェールズ語による古い地名には, *Talycoran*, *Abercoran*, *Tal-llacharn* 等がある。 *Tal* 「終わり, 端」 + *y* (定冠詞) + *Coran* (*Taf* 川に注いでいる川の名前)。現在の地名は, 陸軍元帥の W. Laugharne の名前に由来する, という説もあるが, むしろ *Llacharn*, 或いは *Talycoran* の英語化形と考えられる。 *Coran* は, *corafon* 「小川, 細流」の省略形かもしれない。 A. Room は, この地名について次のように説明している。

A village on the estuary of the River TAFF and also at the mouth of a much smaller river called the Corran; it takes its name from the latter. The name thus represents the Welsh *tâl* (end) followed by the river name, which itself probably means simply 'little one', from a diminutive of *cor* (dwarf). Early records of the name show the origin more clearly, such as *Talacharn* in 1191. The same document also gives the name as *Abercoran*, 'mouth of the Corran', an 'Aber-' name like ABERYSTWYTH, for example. (1993, p. 207)

LOGIN

この地名は, *Halogyn* 「汚染, 汚濁」の短縮形である, という説がある。また, *Clogwyn* 「絶壁, 急坂」に由来している, とする説もある。 *Clogwynog* 「岩の多い」。正しくは, 恐らく, *Llog* 「契約, 賃金」の指小語の *Llogyn* であろう。因みに, *Loggin* という地名が, プレコンシャー州にある。

LLAN

この村は, グウェンドウライス・ヴェホアン川 (The River Gwendraeth Fechan) の右岸近くにある教区教会の名前から, その名が付いている。

LLANARTHNEY

Arthney は, 恐らく, *garthen* 「野营地」の転訛であろう。また, それは, *Arthen* (*Brychan* *Brycheiniog* の四男の名前) の転訛である, とする説もある。この地域には, 幾つかの興味深い古物がある。例えば, *Dryslwyn* 城の廃墟と *Grongar* 丘である。後者は, 有名な詩人 John Dyer (1699-1757) によって不朽のものとなった。 *Grongar* は, *gron-cron* (*crwn* 「丸い, 円形の」の女性形容詞) + *caer* 「要塞」の合成語。因みに, M. Stephens は, Dyer について次のように述べている。

A poet who has not yet had his due, Dyer was praised by Wordsworth for his imagination and purity of his style, which he thought the best since Milton. An attractive character, the Welshman sought both to 'augment the public good' and to

achieve that 'quiet in the soul' which 'Grongar Hill' so simply advocates. (1986, p. 158)

LLANBOIDY

この地名は, *Llan-bod-Dewi* 「聖デイヴィッド (St. David) が住んでいた教会」の転訛である, とする説がある。この教会は, ティ・グウイシ大修道院 (*Ty Gwyn Abbey*) の北方僅か3マイルの所にあり, 聖デイヴィッドは, この近くで10年間を過ごした。更に, この地名は, *Llan-meudwy* 「隠者を祭った教会」である, という説もある。しかし, *boidy* は, *beudy* 「牛舎」の転訛である, と考えられる。教会は, この牛舎と共に建てられたのかもしれない。

LLANDAROG

教会は, 聖トゥウログ (St. *Twrog*) に献納された。

LLANDEFEISENT

聖タイロ (St. *Teilo*) の甥 *Tefei Sant* 「聖テヴァイ」は, 6世紀初期の聖人である。教会には, 彼が祭られた。

LLANDEILO

教会は, *Cunedda Wledig* の子孫である St. *Teilo* に献納された。彼は, 昔の英国の教会で最も人望のある聖人の一人であり, *Llandaff* の守護聖人 St. *Telias* でもあった。 *Llandeilo Fawr* で亡くなった彼は, 566年, *Llandaff* に埋葬された。

R. Spencer は, この時期の事情を次のように説明している。

St Teilo died around 560 A.D., at his monastery of Llandeilo. A dispute then arose between Llandaff, Llandeilo and also Penally as to whom should get his relics; to solve this problem, each place was given its own share. St Teilo's tomb is in the presbytery of Llandaff cathedral; his silver shrine (with his statue upon it) can be seen in the Lady chapel, (and there is a tenth-century cross in the south presbytery aisle). (1991, p. 75)

LLANDOVERY

Llanymddyfri, 或いは *Llanamddyfri* の英語化形である。 *Am* は, 「~の向こうに」の意。従って, 「川の向こうの教会」を表す。 *Owain Myfyr* (1741-1814) は, *The Myvyrian Archaeology of Wales* (1801, 1807) の中で, *Llanymddywy* と称している。この町は, タウイ川 (The River Towy) の辺り, *Gwytherig* 川と *Bran* 川の合流点にあり, 後者の川は, 町の少し下流で *Towy* 川と合流している。 *Canwyll y Cymry* (1659-72) の著者 *Prichard* 牧師は, この地で生まれ, 居住していた。

因みに, A. Room は, この地名に関して次のように説明している。

This small town west of BRECON lies at the

confluence of the rivers Bran and Gwydderig and just over a mile from the confluence of the Bran and the TOWY. Small wonder, then, that its name means 'church by the stream', from the Welsh *llan am dwfr*. Llandovery is thus an anglicised version of its Welsh name, Llanymddyfri, often shortened to Llanddyfri. This is therefore a 'Llan-' name that does not incorporate the name of a saint (see LLANBERIS). Llandovery was recorded as *Llanamdweri* in a twelfth-century text. (1993, p. 217)

LLANDOWROR

Llandyfrgwyr 「水の男達の教会」の転訛である。このように呼ばれたのは, Mainaur Mathru の7人の息子達のためである。彼等は, 水中で見つけられ, 水から逃れて, 水中の魚によって養われたので, *Dyfrgwyr* 「水の男達」と呼ばれた。彼等は, 信仰生活に専心したので, 教会は, 彼等に奉納された。

LLANDYBIE

Tybie は, Brychan の娘で, 5世紀の女聖人だった。彼女は, 或る場所で殺害された。その後, その場所に教会を建て, 彼女を偲んで祭った。

LLANDYFAELOG

教会は, Catwg の門弟の一人 *Maelog* に奉納された。正しい地名は, *Llanmaelog* である。

LLANDYFAEN

この地名は, ウェールズ人達に福音を説くため, 186年頃, ローマから当地へやって来た聖ダヴァン (St. *Dyfan*) に由来する, という説がある。彼は, Merthyr Dyfan で殉死した, と信じられている。しかし, この地名は, Brychan の息子達の一人 *Dyfnan* の名前を取っている, とと思われる。

LLANDYSILIO

教会は, 聖タシリオ (St. *Tysilio*) に献納された。

LLANEDI

教会は, *Edyth* (サクソンの聖人) に献納された。同名のサクソンの聖人が, 5人いた。

LLANEGWAD

教会は, 7世紀の聖人 *Egwad* に奉納された。彼は, Cynddelig の息子だった。

LLANELLI

教会は, Brychan の子孫で, 5世紀の聖人 *Ellyw* に奉納された。正しい地名は, *Llanelliw* である。1788年, W. Owen によって出版された地図では, Llanelliw と綴られている。

因みに, A. Room は, Llanelli に関して次のように説明している。

An industrial town northwest of SWANSEA

whose name means 'St. Elli's church'. She was a woman saint, and is said to have been one of the daughters of the legendary prince, Brychan, who gave his name to BRECON. The name was recorded in a document of about 1173 as *Lan Elli*, and until the fairly recent 'correction' of Welsh place-names it was popularly spelt as Llanelly. Non-Welsh visitors still frequently mispronounce the name as 'Lanelthy', making a gallant attempt at one of the notorious Welsh *lls* but ignoring the other altogether. See also LLANBERIS. (1993, p. 218)

LLANFAIR-AR-Y-BRYN

この地名は, 「丘の上の聖メアリー教会」の意。ここは, 古代ローマ軍の駐屯地だった。

LLANFIHANGEL ABERBYTHYCH

「バスイホ川 (The River *Bythich*) の河口にある, 聖ミカエル教会」を表す。この川の名前は, 「絶えず流れている水」を意味する。

LLANFIHANGEL-AR-ARTH

Ar-Arth, 即ち *ar-y-garth* は, 「丘の上の」を意味する。教会は, 聖ミカエルに奉納され, タイヴィ川 (The River *Teivi*) 上流の或る丘の上に建てられた。

LLANFIHANGEL RHOSYCORN

「ベリーが自生している荒地に建っている, 聖ミカエル教会」を表す。この地は, ブルーベリーやビルベリーを産する, とと思われる。*Rhos* 「荒地, 荒野」。

LLANFRYNACH

教会は, 聖ブランチ (St. *Brynach*) に奉納された。彼の経歴は, 驚くべき出来事に満ちている。因みに, R. Spencer は, この聖人について次のように紹介している。

ST BRYNACH, or Brenach, died 570, Abbot, 7th April. An Irish nobleman who after being converted to Christianity came to south-west Wales and married the daughter of a chieftain, but she tried in vain to subdue his religious fervour. He founded churches along the Gwaun Valley in Dyfed-at Henry's Moat (Castell-Hendre), Pontfaen and Cwm-yr-Eglwys (now a ruin).

In 540 AD Brynach founded a monastery at Nevern and from time to time he would climb to the top of nearby Carn Ingli in order to speak to the angels. Beside St Brynach's church in Nevern is a tenth-century Celtic cross upon which the first cuckoo of the spring sings on the saint's day (7th April). Also in the village is a pilgrim's cross which is carved upon a rock face. St

Brynach has other church dedications in Dyfed, Powys and S. Glamorgan.

After returning from a pilgrimage to Rome he settled at Braunton in Devon, and here suckling pigs showed him where to build his church. Braunton people refer to him as St Brannoc. (1991, pp. 16-17)

LLANFYNYDD

Mynydd は、「山」の意。従って、「山上の教会」を表す。

LLANGADOG

教会は, St. *Cadoc* に奉納された。彼は, 殉教者として490年にブルターニュ (Brittany) で亡くなった。

LLANGAIN

Cain は, 6世紀初期の聖人だった。教会は, 彼に献納された。

LLANGAN

教会は, St. *Cana* に献納された。彼女は, *Tewdwr Mawr* の娘であり, *Sadwrn* の妻になった。

LLANGATHEN

教会は, *Cathen* に献納された。彼は, 7世紀初頭のウェールズの聖人で, *Caradog Freichfras* の孫息子だった。

LLANGELER

教会は, St. *Celert* に奉納された。彼は, 7世紀の聖人である。彼の名前は, *Beddgelert* という地名にも含まれている。この教区の *Tybedw* という田舎家で, ウェールズの最も名高い伝道師の二人が, 説教を始めた。即ち, 神学博士の *Davies* 師 (Swansea) と *Christmas Evans* 師 (1766-1836) であった。

LLANGENNECH

教会は, St. *Cenyach* に奉納された。

LLANGYNDEYRN

教会は, St. *Cyndeyrn* に献納された。彼は, 7世紀のウェールズで最も人望のあった聖人の一人である。因みに, H. *Gruffudd* は, 彼を6世紀の聖人としている。(1980, p. 26)

LLANGYNIN

教会は, *Cynin* に奉納された。彼は, 5世紀の聖人である。

LLANGYNOG

教会は, *Cynog* によって創建された。彼は, 6世紀の聖ディヴィッド教会の司教だった。

LLANLLIAN

正しくは, *Llanlleian* 「修道女の教会」と言う。この修道女は, *Brychan* の娘で, *Gafran ab Dyfnwal* の妻となり, 反逆者の *Aeddan* が, 生まれた, と言われている。

LLANLLWCH

Llwch は, 「入江, 湖」の意。教会は, 低地にあり, しばしば, 洪水や潮で覆われ, その後多くの池や湖を残した。町は, かつて, この地にあったが, 水中に没した, と言いつたされている。

LLANLLWNI

Llwni は, *llonni* 「元気づける, 喜ばせる」の転訛。*Llonio Llawhir* (*Llaw* 「手」 + *hir* 「長い」) は, *Emyr Llydaw* の子孫で, *Llandinam* 及び *Llanllwni* 教会を創建した, と思われている。

LLANNEWYDD

古い教区教会は, 取り壊された。そして, *Llannewydd* 「新しい教会」の礎石が, 1870年7月5日に据えられた。

LLANON

教会は, *Nonn* に奉納された。彼女は, ウェールズの守護聖人である聖ディヴィッドの敬虔な母である。

LLANPUMSAINT

Pum saint 「5人の聖人達」。教会は, *Ceitho*, *Gwyn*, *Gwynno*, *Gwynoro* 及び *Celynin* の5人兄弟に奉納された。彼等は, 同時に生まれ, 信仰生活に専心した。

LLANSADWRN

教会は, *Illtud* の弟の *Sadwrn* に献納された。

LLANSADYRNYN

教会は, *Sadyrnyn* に献納された。彼は, 9世紀初期の聖ディヴィッド大聖堂の司教だった。

LLANSAWYL

教会は, *Sawyl* に奉納された。彼は, 8世紀の聖人である。

LLANSTEPHAN

教会は, *Ystyffan* によって創建された。彼は, 6世紀の聖人で, 吟遊詩人でもあった。また, この地名は, 教会が, 最初の殉教者の *Stephen* に奉納されたことに由来する, と推測する説もある。

因みに, H. *Gruffudd* は, 後者の説を支持し, *STEFFAN* について次のように略説している。

English "Stephen". From Greek, = crown. The first Christian martyr. Llanstephan, Carmarthenshire (1980, p. 86)

LLANWRDA

教会が, 誰に対して奉納されたかについては, 意見が異なる。*Caradog Freichfras* の息子の *St. Cawrdaf* である, という説がある。また, *Gwr-da* 「聖者」である, とする説もある。更に, *Gwr-da* は, *Gwr-daf* 「タブ川の男」の転訛で, タブ川沿いの地に何年間も住み, 多くの奇跡を行った, と信じられている聖タイロ (*St. Teilo*) を指している, という説がある。

LLANWYNIO

教会は、ウェールズの聖人 *Gwynio* に奉納された。

LLANYBRI

Llan 「教会」 + *y* (定冠詞) + *bri* の合成語。*Bri* は、*beyr* (「農場」を表す古代スカンディナヴィア語) の転訛である、という説がある。また、この地に住んでいた *Awbrey* という人物に由来する、とする説もある。しかし、*bri* は、*bre* 「高く」の母音変化である、と思われる。

LLANBYDDER

正しくは、*Llanybyddair* 「待伏せの教会」である、という説がある。しかし、教会が、聖ペテロ (St. Peter) に献納されたことから、*Llanbedr* の転訛であるかもしれない。

LLANYCRWYS

Llan + *y* + *crwys* 「十字架」の合成語。従って、この地名は、「十字架の教会」を表す。

LLWYNHENDY

Llwyn 「低木、茂み」 + *hen* 「古い」 + *dy-ty* 「家」。*Hendy* という家屋敷の近くに、茂みがあった。しかし、これについて地元で論争が起きたので、他の茂みと区別するため、*Llwyn-hendy* と呼ぶようになった。

MACHYNYS

ラッホオル川 (The River Loughor) 河口の小島。この地名は、*bach-ynys* 「小さな島」の語頭音変化である、とする説がある。しかし、*mynach-dy* 「修道院」が、513年、聖ピーロウ (St. Piro) によって当地に設立された事実から見て、これは、*mynach-ynys* 「修道士の島」の短縮形である、と考えられる。或いは、*mach* 「保釈 (金)、保証」 + *ynys* 「島」の合成語であろう。この島が、かつて、借金の保証として取られた、と思われるからである。

MANORFABON

元の語形は、*Man-ar-afon* 「川岸の、或いは川の近くの地点または住所」である、という説がある。しかし、この地名は、*Maenor* 「荘園、領地」 + *Mabon* (固有名詞) の合成語である、と考えられる。*Mabon* は、「若い英雄」を意味するときに用いられることがある。

MARROS

Mawr-rhos 「広大な荒れ地、或いは共有地」である、という説がある。この地名は、「人の住まない山岳地帯」を表すが、それは、疑いもなく、この地方の地勢によって連想された。

MEINCIU

恐らく、*Min-y-cae* 「畑の端」の転訛であろう。この地名は、*mainc* 「ベンチ、腰掛け」の複数形であり、「小高い土地の区画」を暗示している、とする説がある。

MOELFRE

Moel 「露出した、草木の生えていない」 + *fre-bre* 「丘」の合成語。

MYDRIM

Mei-mai 「平原、或いは広大な野原」 + *drum* 「尾根、峰、丘」の合成語。昔のローマ道路が、Carmarthen から、この地を通って、*St. David's* まで走っていた。

MYDDFAI

Myd-med 「牧草地」 + *fai-mai* 「平原」の合成語。この地は、12世紀に出た名高い医師達で有名である。*Meddygon Myddfai* 「マズヴァイの医師達」は、諺である。彼等の最初の団は、Rhiwallon と彼の息子達の *Cadwgan*, *Gruffydd*, 及び *Einon* であった。因みに、J. Jones は、この地名について次のように略説している。

Mydd means a large pan. *Fai* means of the plain or field. (1990, p. 33)

MYNACHDY

「修道院」の意。或る古い大修道院付属の小修道院が、かつて、この地にあった、と思われる。従って、この地名がある。

NANTGAREDIG

Nant 「小川」 + *Caredig* (男性名) の合成語。

NANTYCAIN

Nant 「小川」 + *y* (定冠詞) + *cain* 「澄んだ、清らかな」。

NANTYMWYN

Mwyn は、「鉱山、鉱石」の意。この地方には鉛鉱山が多い。

NEWCASTLE-EMLYN

この地名の語源に関しては諸説ある。これは、ウェールズ語の *Castell-newydd-Emlyn* の英訳。現在の城は、ヘンリー8世の代に、Sir Rhys ap Thomas によって古い城の跡に築かれた。従って、*Newcastle* の名がある。また、*Emlyn* の由来も多様である。この地に居を定めた或るローマ人貴族の *Emilianus* に由来する、という説がある。更に、*Newcastle* 付近で、*Teivi* 川の曲がりくねった流れによって出来た *M llun*, 即ち M字型に由来する、とする説もある。最も至当なのは、*Em-am* 「回りに、周囲に」 + *lyn, glynu* 「付着する、固執する」の合成語である、とする説である。川は町を取り囲んでいて、その流れの緩慢さが、言わば、塩辛い海の方へ進むよりも、この町に執着する方を好むことを示している。この外に、*Emyl* 「端、境界」 + *yn* (接尾辞) で *Emylyn* となるが、最初の *y* を省くと、*Emlyn* 「国境〔辺境〕の住民」という説、或いは、*Em* 「丸い」 + *lyn, llyn* 「湖、水域」の合成語で、「水で取り巻かれた」の意を表す、という説がある。

因みに、A. Room は、この地名について次のように説明している。

This small town east of CARDIGAN had a 'new castle' in the thirteenth century, and the name was recorded at the time as *Novum Castrum de Emlyn*. It was 'new' by comparison with the existing castle at Cilgerran, some eight miles away downstream on the River Teifi, which flows through both places. The second word of the name means literally 'round the valley' (Welsh *am glyn*), and was the name of the so-called cantref or district here, with Newcastle as its administrative centre. The Welsh name of the town is thus Castellnewydd Emlyn, with the same meaning. (1993, p. 253)

PANTYFFYNON

Pant 「低地, 谷」 + *y* (定冠詞) + *ffynnon* 「井戸, 泉」の合成語。低地にある同名の農場に由来している。

PEDAIR HEOL

Pedair 「4つの」。*Heol* は、「道路」の意。これは、この地にある4つの道路の交差点に由来している地名である。

PENBEYR or PENBOYR

この地名の語源については諸説ある。例えば、この地で *gorsedd* 「集会」を開いた或る吟遊詩人頭に関する推測から、*Pen-y-beirdd* 「吟遊詩人頭」の一部を削除したものである、という説がある。また、*Pen* 「頂上, 端」 + *beyr* または *boyr* 「農場」を表す古代スカンディナヴィア語)の合成語で、「或る農場の最も高い地点」を表す、とする説もある。この地名は、1487年には *Penbeyr*, 1668年には *Penbeir* と *Penbeyer*, そして1788年には *Penbeyre* と書かれた。*Ey* は、*eulun* から *oulun* になるように、この地方では容易に *oy* になる、と思われる。教会は、*Valor Ecclesiasticus* (1535) の中では *Penboyer* と呼ばれている。*Beyr*, 或いは *Boyr* は、恐らく、人名であろう。Penboyer の近くの或る農場は、*Llwyn Pyr* と呼ばれている。この地名は、また、Llanllwni 教区においても見られる。*Pyr* は、ブリタニア王として *Sawyl Ben Uchel* の跡を継いだ。

PENCADER

これは、元は、*Pencadlys* と呼ばれた、という説がある。*Pen* 「頭」 + *cad* 「戦い, 戦場」 + *lys* 「宮廷」。教会の近くに“The Castle” と呼ばれる石塚があり、そのため、この付近で戦いが交えられた、と一般に推測されている。また、この地名は、ドゥルーイドの勲章である吟遊詩人の *chief chair* を表す、とする説もある。当地には巨大な塚がある。*Cader* は、また、「砦」を意味する。多くの要塞化された丘や山は、今

も尚、この名前を *Cader Idris* や *Cader Dinmael* の地名に残している。*Cadernid* は、「力, 剛勇」を意味するウェールズ語である。

PENDINE

正しくは、*Pen-dani* 「美しい頂上」である、とする説がある。或いは *Pen-din* 「要塞化された丘の頂上」の転訛形かもしれない。

PENRHIWGOCH

Pen 「頂上」 + *rhiw* 「坂, 斜面」 + *goch, coch* 「赤い, 日に焼けた」の合成語。形容詞の *coch* は、この地方の多くの地名の一部を構成する要素である。例えば、*Garreg-goch* 「赤い石」, *Ffynnon-goch* 「赤い泉」など。

PENRHOS

Pen 「頂上」 + *rhos* 「荒れ地, 草地, 平原」の合成語である。

PENYGROES

Pen 「先端」 + *y* (定冠詞) + *groes, croes* 「十字架」。

PONTAMAN

Pont 「橋」 + *Aman* の合成語。*Aman* は、この地を貫流する川の名前である。*Ammanford* を参照。この村名は、アマン川の川岸にある同名の館に由来している。

PONTARGOTHI

Pont 「橋」 + *ar* 「～の上に, ～に渡して」 + *Gothi, Cothi* の合成語である。*Cothi* は、川の名前。*Cwm-cothi* を参照。

PONTBRENARAETH

Pont + *bren, pren* 「木材」 + *Araeth* (川の名前) の合成語。

PONTHENRY

Pont 「橋」 + *Henry* の合成語。*Henry* は、恐らく、この橋の建設者の名前であろう。

PONTNEWYDD

Pont + *newydd* 「新しい」。

PONTTWELI

この地名の後半部については、種々さまざまな綴りが見られる。即ち、*Twelly, Tyweli, Tywely, Taf-gurli*, そして *Taf-wely* である。この地名は、後の方の語形の短縮形である、と思われるが、それは、橋の下を流れている川の名前である。

PONTYATES

この村は、元は、*Tre-wiail* と呼ばれた。*Pontyates* に関しては、諸説ある。*Pont* は、「橋」の意だが、それは、*Yates* という人によって架けられた、という説がある。従って、この地名がある。昔は、橋の近くに通行税徴収所があった。従って、この地名は、それに由来している、という説もある。

因みに、J. Jones は、この地名について次のように略

説している。

Pont-iets, bridge of the gates. There were toll-gates nearby. (1990, p. 36)

PONTYBEREM

Pont + y + Berem (川の名前) の合成語。Gwendraeth 橋が建設される前には、木の橋が、ベレム川 (The River Berem) に架かっていた、と一般に信じられている。従って、この地名がある。Berem は、berw 「沸騰」から来ている。Sion Lam Roger は、約 280年前、この地を *Pontyberw* と呼んだ。

PORTHYRHYD

Porth 「門」 + y (定冠詞) + *rhyd* 「浅瀬」の合成語である。

PUMP HEOL

Pump 「5つの」。Heol は、「道路」の意。5つの道路が、この地で交差していることから、このように呼ばれる。

RHANDIRMWYN

Rhandir 「少しばかりの土地、地区」 + *mwyn* 「鉱山、鉱石」の合成語。*Nantymwyn* と呼ばれる地方に、古い鉛鉱山があるが、それは、陶石で有名である。

因みに、J. Jones は、この地名について次のように説明している。

Rhandir, land, probably hereditary. According to the old laws, there were four *tyddyns* or small-holdings. *Mwyn* could be a pleasant place, or could refer to minerals. (1990, p. 36)

RHYDARGAEU

正しくは、*Rhydargaerau* 「防壁の近くの浅瀬」である、と思われる。*Rhyd* 「浅瀬」 + *ar* 「〜に接して」 + *gaerau*, *caerau* (*caer* 「防壁、城壁」の複数形)。

ST. CLARS

ノルマン・フランス人達は、英国征服後直ちに、この地に城と教会を建造した。教会は、St. *Clâr* という名前一族に奉納された。従って、この地名がある。*Myvyrian* の中で、彼女は、Sain Cler and St. Clares と呼ばれている。彼女は、894年11月4日、ノルマンディー (Normandy) で殉死した。

TALOG

この地名は、「元気のいい、大胆な、図太い」を意味する。*Talwg* は、藁葺き屋根の低い小屋と対比して、「石屋根の高い家」を表す。

TALYLLYCHAU or TALLEY

Tal 「前、端」 + y (定冠詞) + *Llychau* (*llwch* 「湖、小池」の複数形) の合成語。教会の近くに、2つ大きな池がある。Talley は、ウェールズ語名の省略形である。

因みに、J. Jones は、この地名について次のように説

明している。

Tal, end; *y-llychau*, of the waters or pools, although a tenth century manuscript explained *lichou* (the old form of *llychau*) as marshes, not pools or lakes. (1990, pp. 38-39)

TERRA-COED

これは、多分、*Tir-y-coed* 「樹木の多い土地、森林地」の転訛であろう。*Tir* は、「土地、地面」を、また、*coed* は、「樹木、材木」を表す。

TIR ESGOB

Tir 「土地」。*Esgob* 「司教」。

TIR ROSIER

Tir 「土地」。*Rosier* は、ロジャー (Roger) という男性名。従って、「ロジャーの土地」を表す。

TRECLAS

Clas は、「緑色の覆い、または表面」を意味する。中世ケルト文学の *Trioedd* 「三題詩」(英語では *Triads* と言う) の中には、*Clas Merddin* という語句がある。これは、「なだらかな丘の緑の場所」の意を表すブリテン島の古名である。

TRELECH

この地名は、「人目に付かない居所」を表す、という説がある。しかし、「石の町」を表す、とも考えられる。*Tre* 「町」 + *lech*, *llech* 「板石、スレート」。村から余り遠くない所に、*Crug y Deyrn*, または *Crug Edeyrn* と呼ばれる巨大な *carneidd* 「石塚」がある。この地名は、恐らく、この石塚とこの地方にあるドルーイド教の他の遺跡に由来しているのであろう。*Edeyrn* が、この地に埋葬された、と信じている好古家達もいる。*Nathan Dyfed* は、もう一人の研究者と共に、1830年、この地の *cistfaen* 「墓」を開いた。その中には、煨焼された遺骨と炭があった。

TRERHOS

Tre 「場所、町」 + *rhos* 「川辺の草の生えた未開墾の低地」の合成語。村は、沼沢地の多い平野にある。

TRIMSARAN

Trum 「山の背、尾根」 + *sarn* 「道、道路」の合成語。この村は、11世紀に建てられたと思われる、同名の古い館の名を取った。*Gruffydd ap Llewelyn* が、ここに居住した。彼は、*Einion ap Collwyn* と親戚関係にあった。

TUMBLE

この村の *Tumble Inn* と呼ばれる居酒屋に由来している。“Tumble Down Dick” は、護国卿 (Protector) *Cromwell* の息子 *Richard* に関係がある。彼は、非常に気が変わり易い人物であった、と言われている。因みに、*A. Room* は、この地名について次のように説明している。

The name derives from that of an inn here, the Tumble Inn. Apart from its punning connotation, the inn name could have been intended as an oblique reference to 'Tumbledown Dick', the nickname given to Oliver Cromwell's son Richard (who held the office of Protector for only seven months after his father's death, then 'tumbled down'). There was strong Royalist support in Wales, and it is possible that the disparaging nickname may have been seized on for convivial purposes. (1983, p. 126)

VELINFOEL

Velin, melin 「製粉所」 + *foel, moel* 「露出した、覆いのない」の合成語で、「内部がむき出しの製粉所」を表す。Lliedi 川の近くの古い製粉所は、同じ川の側で、もっと上流にあった Felinyrafr, 或いは Felingyrnig と区別するために、Felinfoel と呼ばれた。村が、やがて、大きくなった時、この古い製粉所の名前を取って村名とすることに決定されたのである。

WHITLAND

この地名は、“Hen dy Gwyn ar Daf” 「Taf 河畔の古い白い家」の部分英訳である。これは、Hywel Dda 「善人ハウエル」(?-950) が、狩猟用の家として914年に建てたものである。普通の家と区別するために、長さが18フィートあると思われる白樺の木で建てられた。Hywel と彼の領土内の6賢人が、927年にこの家で会議を開き、ウェールズの法律を変更修正した。早くも5世紀に、或る宗教団体が、この地に創設されていた。Paulinus (Pawl Hen) は、480年頃、この団体を拡大し、初代の大修道院長に選ばれた。St. David と St. Teilo は、彼の弟子であった。

因みに、J. Jones も、ほぼ同様の説を述べている。

This may be a reference to *Hen dy Gwyn ar Daf*, the old white house on the Taf, supposedly the residence of *Hywel Dda*, Howel the Good. It may be where he and his advisers revised the old Welsh laws in 927; the Laws of *Hywel Dda* are renowned for their fairness. (1990, p. 40)

(注) 次の地名は、E. Davies の *A Gazetteer of Welsh Place-Names* の中には見当たらない。

ABOVE-SAWDDWY, BRYN GWYNE, BRYNHAFOD, BRYNYBEIRDD, BWLCHGWYNT, CALEDFWLCH, CAPEL PAULIN, CEFNCE-THIN, CENOL, CERRYG SAWDDE, CILCARW, CROSS HANDS, CWMCOTHI, CWMCUCH, CWM GWENDRAETH, CWMSARNDU, DYFFRYN CEIDRYCH, FELINCWM, GELLI-

CEIDRYM, GOYTREY, HYRETH, JOHNSTOWN, LLAN, MANORFAFON, NANTYCAIN, NANTYMWYN, PONTBRENAR-AETH, TERRA-COED, TIR ESGOB, TIR ROSIER, TRECLAS, TRERHOS

また、カマーゼンシャー州ではなくて、他の州の地名として挙げられているものもある。

ABERBRAN, HENGOED, HOREB, LLANFRYNACH, LLANGAN, MYNACHDY, PONTNEWYDD

なお、図5の地名の綴りに関しては、主として、Road Atlas of Britain のものを採用した。

<参考文献>

- 1) Bell, B. (ed.) 1989. *Wales*. APA Publications.
- 2) Davis, E. (ed.) 1967. *A Gazetteer of Welsh Place-Names*. Third Edition. The University of Wales Press, Cardiff.
- 3) Davies, J. 1993. *A History of Wales*. Allen Lane.
- 4) Gruffud, H. 1980. *Welsh Names for Children*. Y Lolfa.
- 5) Ishii (石井淳二)。1992。「ウェールズの地名(1)」『呉工業高等専門学校研究報告』Vol. 28, No. 1, 1-19.
- 6) Jones, H.C. 1976. *Place Names in Glamorgan*. The Starling Press Ltd.
- 7) Jones, J. 1990. *Welsh Place Names*. John Jones Publishing Ltd., Clwyd.
- 8) Morgan, T. 1992. *The Place-Names of Wales*. Second and Revised Edition. Newport.
- 9) Morgan, T.J. and Morgan P. 1985. *Welsh Surnames*. The University of Wales Press, Cardiff.
- 10) Morris, J. 1986. *The Matter of Wales*. Penguin Books.
- 11) Room, A. 1986. *A Concise Dictionary of Modern Place-Names in Great Britain and Ireland*. OUP.
- 12) Room, A. 1993. *Dictionary of Place-Names in the British Isles*. Bloomsbury Publishing Ltd.
- 13) Sadamatsu (定松正), Toraiwa (虎岩正純), Hirukawa (蛭川久康), Matsumura (松村賢一)。 (ed.) 1992. 『イギリス文学地名辞典』研究社。
- 14) Spencer, R. 1991. *A Guide to the SAINTS OF WALES and the WEST COUNTRY*. Llanerch Enterprises.
- 15) Stephens, M. (com. and ed.) 1986. *The Oxford Companion to the Literature of Wales*. OUP.
- 16) Wells, J.C. 1990. *Pronunciation Dictionary*. Longman.
- 17) Yapp, P. (ed.) 1983. *The Travellers' Dictionary of*

Quotation. Routledge.

- 18) *AA Illustrated Guide to Britain.* 1974. Drive Publications Ltd.
- 19) *National Geographic Atlas of the World.* 1981. Fifth Edition. National Geographic Society.
- 20) *Road Atlas of Britain.* 1990. Fifth Edition. The Automobile Association.

(平成9年4月15日受付)

文の意味と発話の意味に関する一考察

(一般科目) 川尻 武信

Sentence Meaning and Utterance Meaning

(Department of General Education) Takenobu KAWAJIRI

Abstract

First, we make a distinction between sentence meaning and utterance meaning. Then, we discuss several kinds of utterance meaning.

Key Words: sentence meaning, utterance meaning, topic and comment, speech act, presupposition, implicature
文の意味, 発話の意味, 話題と評言, 発話行為, 前提, 含意

First, we will consider two basic questions, 'What is a sentence?' and 'What is an utterance?' Utterance is considered a stretch of speech by one person before or after there is silence or another person begins to speak. This term has been used in contrast with sentence. A sentence can be thought of as an abstract structured string with grammatical rules of a language. It is context-independent because it is not related to any particular time and place. Utterances are instances of the use of sentences.

The next questions are 'What is sentence meaning?' and 'What is utterance meaning?' Sentence meaning is directly related to the grammatical and lexical features of a sentence while utterance meaning includes all the other aspects of meanings, especially related to context.

As Lyons (1977) suggested, it is necessary to draw a distinction between the two types of meaning. There are several reasons why we should make the distinction but it would be sufficient to give two of them. First, the prosodic and paralinguistic features of language convey a great deal of meaning in the spoken language. We can, for example, change the meaning of a sentence by using intonation, so that 'That's very beautiful.' can mean 'That's not very beautiful.' Secondly, there are many sentences in a declarative form which are not descriptions of events. For example, 'I

promise that I will go there.' constitutes the performance of the action of promising. The sentence is grammatically a statement but it is not constative but performative. This subject will be discussed later under the head of speech acts.

The distinction between sentence meaning and utterance meaning is a valid one, but there are two points we should bear in mind (Palmer:1981). The first point is that we can not always make a clear distinction between the two types of meaning. For example, it could be argued that the intonation of a sentence is part of its grammatical form and its intonation carries sentence meaning, not utterance meaning. However, the functions of intonation are so complicated that it is insufficient to give only a grammatical analysis of it. The second is that the term 'utterance' is ambiguous. It is ambiguous because it refers to an act of uttering as well as the vocal signal which that behaviour makes. In addition, the linguist is concerned with making generalisations about utterances although they are generally considered to be unique speech events and no two utterances are the same.

We will discuss several kinds of utterance meaning Palmer (1981) dealt with one by one. We use mainly English examples and give some Japanese examples only if they are worth mentioning.

§ 1. The Spoken Language

First, there are some features of the spoken language that cannot be easily represented in the written form. They mainly involve prosodic and paralinguistic features. As we mentioned earlier, the use of intonation can show a speaker's attitude or emotions. 'Good morning' with a rise intonation represents his or her friendly attitude and the one with a fall intonation his or her less friendly or neutral one. In this paper, we cannot describe the various uses of intonation in detail because they are so vast. However, we must add that the place of the nucleus is determined by features of topic and comment and therefore related to some problems of presupposition. We will discuss these matters later.

§ 2. Topic and Comment

Linguists in the Prague School made a distinction between theme and rheme in the sentence. These two words are also called topic and comment respectively. Topic means the entity about which something is said while comment means what is said about the topic. The distinction between subject-predicate is not always the same as the topic-comment contrast. This is shown in the following example:

In connection of the noise problem, I will give you some real examples.

	subject	predicate
topic	comment	

In some languages the distinction between topic and comment is marked structurally. In Czech, for example, topic is placed in initial position in the sentence. However English and many other languages have no clear markers between the two concepts. According to Palmer(1981), in English there are at least four different phenomena that we may deal with under the head of topic and comment. These four phenomena are as follows:

- ① It is possible to place a word initially although its normal syntactic position is somewhere else. (e.g. This car, Mary really likes.) The car(=the topic) comes first and is regarded as an example of topicalisation.
- ② We can choose alternative syntactic construc-

tions depending on how important the subject is. (e.g. Mary is loved by John. vs. John loves Mary.) Choice of construction involving the subject may be a matter of topicalisation.

- ③ English has clear devices for dealing with given information and new information.

Such devices are pronouns, pro-verbs, pro-form adjectives(e.g. such) and so on.

- ④ Accent is often used for contrast. Consider the difference between the following examples with differently placed stress.

Jóhn kissed Mary.
John kíssed Mary.
John kissed Máry.

We can show the same semantic effect, using the following paraphrases.

It was John who kissed Mary.
What John did was to kiss Mary.
It was Mary whom John kissed Mary.

Japanese marks the topic of a sentence using particles. 'Wa' and 'ga' are the two main particles. 'Wa' is generally connected to what is already known, topic in the discourse while 'ga' what is being stated, comment. Interrogative words cannot occur with 'wa'. For example, **Dare wa kimashitaka* vs. *Dare ga kimashitaka* (Who came?). However, there is a case where 'wa' is connected to new information. Look at the next example.

- A: *Anata wa okashi ga suki desuka.* (Do you like candy?)
B: *Iie. Demo aisukurium wa suki desu.* (No, I don't. But I like ice cream.)

In this case, 'wa' is related to new information while it is contrasted with old information.

§ 3. Speech Acts

The term 'speech acts' is derived from the work of the philosopher J.L. Austin. The main point of speech acts is that language can actually be used to do things (e.g. promising, warning, etc.) and that making statements is only one of the things we do. When a

speaker utters a sentence, he or she is generally involved in three different types of act: a locutionary act is the act of uttering a sentence with a certain meaning; an illocutionary act is using a sentence to perform a function. (e.g. 'I will help you.' may be intended as a promise or an offer); a perlocutionary act is the results or effects on a hearer that are produced by means of a locutionary act (e.g. making a promise or accepting an offer). The illocutionary act is the central part of speech acts and therefore speech acts often refer to this type of act.

We will present main types of speech acts in the following examples.

- ① representatives (prediction, affirmation, etc.)
I predict that she will come tomorrow.
- ② directives (order, invitation, etc.)
I order you to clean your room.
- ③ commissives (promise, swear, etc.)
I promise to marry you.
- ④ expressives (giving a thank, apology, etc.)
I thank you for giving me a hand.
- ⑤ declaratives (making an appointment, christening, etc.)
I appoint you chairperson.

The above-mentioned verbs are called performative verbs which explicitly represent the illocutionary force of an utterance. An utterance which performs an action is referred to as a performative. This utterance is contrasted with a constative which asserts something that is either true or false. Austin distinguished between explicit performatives and implicit performatives. The former contain 'I' as subject, a present tense verb and sometimes 'hereby'. In Japanese, 'I' is often omitted and '*kokoni*' can be used as the equivalent of 'hereby'. The latter do not contain an expression meaning an act. For example, 'There is a snake behind you.' may imply a warning.

Performatives cannot be analysed in truth-value terms. They can only be assessed as appropriate or not. Searle claimed 'felicity conditions' which must be satisfied if the speech act is to achieve its purpose. These conditions are the preparatory conditions (e.g. whether a speaker has the authority to perform a speech act), sincerity conditions (e.g. whether a speaker really wants to act for a promise) and essential conditions (e.g. the way a speaker is committed

to belief or behaviour, having performed a speech act). All these conditions must be fulfilled if utterances are considered successful or appropriate.

One of the big problems about speech acts is how many speech acts we should determine. As we pointed out, there are two kinds of performatives: implicit performatives and explicit ones. Between the two cases we can add examples using the auxiliary verbs (e.g. 'You can play tennis by five.' may be intended as giving permission.) Expressions such as 'play ball' in baseball can also be included as performatives. Besides, the same sentence may be uttered to perform different speech acts. 'You can play tennis by five.' may be considered an expression of threat as well. We might determine the number of speech acts in terms of the felicity conditions or in terms of the performative verbs. Neither approach is sufficient enough.

§ 4. Presupposition

The term refers to what a speaker assumes that a hearer already knows in saying a sentence. It is opposed to what is actually asserted. This term is contrasted with entailment. Several kinds of sentences containing presupposition are as follows: a) is an example and b) represents the presupposition of a).

- ① factive verb
 - a) I know that it is raining.
 - b) It is raining.
- ② aspectual verb
 - a) She resumed studying semantics.
 - b) She was studying semantics.
- ③ iterative
 - a) That strange man came again.
 - b) That strange man had come at least once.
- ④ noun phrase
 - a) I was surprised at her brilliance.
 - b) She was brilliant.

In Japanese, there are also 'factive verbs' which have presupposition. Particles '*no*' or '*koto*' which appears at the end of the complement indicate that the complement has presupposition. For example, *Hiroshi wa Yoko ga shiken ni goukakushitakoto o yorokonda* (Hiroshi was glad that Yoko passed the exam). However, complements with '*to*' at the end don't have presupposition.

It has been claimed that presupposition can be defined logically because presuppositions are constant under negation. Therefore, 'I know that it is raining.' and 'I don't know that it is raining.' have the same presupposition. However this claim has one problem. We can negate the sentence in order to deny the presupposition. It is possible to say that 'I don't know that it is raining because it is not raining'. We might say that negation denies not the assertion but the presupposition. The denial of the presupposition can exist but it is unusual.

There are two major and difficult problems about presupposition. The first is how we can draw a distinction between the assertion and the presupposition. The second is what should be involved in the notion of the presupposition. If we use presupposition in a broad sense, we will include the felicity conditions. However, they should be excluded because they are not easily describable in terms of propositions which a speaker believes. It is necessary that the notion of presupposition should be restricted because we tend to expand its scope.

§ 5. Implicatures

This term is used for the implications which can be inferred from the form of utterance. For example, 'Are you free next Sunday?' may be regarded as an invitation to play tennis together or as a request to give a hand. A speaker may imply what he or she does not actually say.

There is an unwritten rule about conversation between speaker and hearer and that rule influences the way a conversation proceeds. This rule is called the co-operative principle which Grice suggested. The principle says that a speaker will attempt to be informative, truthful, relevant, and clear (= maxims of quantity, quality, relation and manner). A hearer usually assumes that a speaker observes the maxims. But a speaker may break those maxims, which means he or she lies or makes a cynical remark.

Several types of implicature have been discussed. In these types, there are two contrastive implicatures. The one is called conversational implicature which depends, in part, on the context and beliefs of the speaker and hearer. The example given at the beginning of this section is an example of this implicature. The other is called conventional implicature which

depends solely on the conventional meaning of the words. For example, 'He is Japanese; he is, therefore, shy.' implies that he is shy since he is Japanese. However, the distinction between two types of implicature is not always clear.

The notion of implicatures can cover what presupposition may include. 'The king of France is bald,' a famous example in the subject of presupposition can be dealt with according to the cooperative principle. But it is necessary to distinguish between the two concepts because implicature alone means that a speaker intends to give information that is not part of what he or she actually says. Another problem about implicature is that Grice's maxims are too vague to be put into practice for a description of meaning.

References

- ① Kempson, R. (1977), *Semantic Theory*. Cambridge University Press.
- ② Lyons, J. (1977), *Semantics*. Cambridge University Press.
- ③ Palmer F.R. (1981), *Semantics*. Second ed Cambridge University Press.

(平成9年4月15日受付)

LED による情報表示システム

(機械工学科) 野原 稔

System of Information Display with LEDs

Minoru NOHARA

Abstract

Through the development of technology, it became possible to display the information of language by controlling the LEDs. If the author makes good use of this technology, the display can show the condition of machines in motion or send informations from the controll center to each section making use of language exactly, surely and quickly. As a result, information display can become more reliable message to both people who offer and accept informations.

So the author tried to make the display board which could show the static and dynamic display of characters by using the software.

Key Words: LED, Micro Computer, Operation Control, Simulation

LED, マイクロコンピュータ, 制御, シミュレーション

§ 1 緒言

最近の技術の発展により、発光体 (LED) を集め、発光体をコントロールすることでキャラクター (文字や記号) を作成し、「ことば」で情報を表示することが可能になった。この手法を使用すると、情報表示は、機械の状況を表示させたり、コントロールセンターから各セクションへのメッセージの伝達等を行うことができるため、正確、確実、迅速な情報の伝達が可能となり、情報の提供者ならびに受取り者にも信頼できるメッセージとなる。

本研究においては、情報表示用のハードウェアを製作し、ソフトウェアを使用して、製作した表示画面にキャラクターの静的および動的な表示が可能なシステムを作成する。

§ 2 表示システムの構成

2.1 表示システム

最近、発光体による情報表示が各分野において盛んに使用されている⁽¹⁾。これらの情報表示は、マイクロコンピュータによって管理され動作している。本研究では、縦横16列×16行 (256個) の LED を使用して表示画面を製作し、マイクロコンピュータを使用してキャラクター

を表示することを試みた。キャラクターの表示には大きく分けて静的表示あるいは動的表示の2つが考えられる。静的表示は、表示したいキャラクターを15列×16行のビット数に合わせて分割を行い、画面のどの位置にある LED を点灯あるいは消灯させればよいかを確定後、表示キャラクターを点灯あるいは消灯するのみの方式である。この状態を図1に示す。一方、動的表示とは、基本

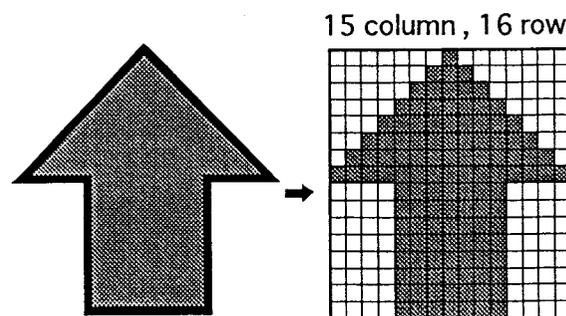


図1 静止パターン

的には静止パターンの方式と同様であるが、キャラクターに動きを持たせるため、 t_1, t_2, \dots, t_n の各時間ごとに細かくキャラクターの表示画面を作成する必要がある。

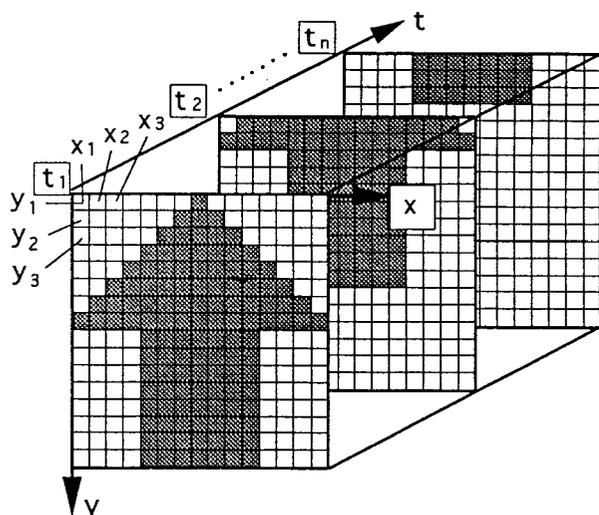


図2 動的パターン

この状態を図2に示す。表示画面のキャラクターは、パルス作成用のソフトを使用することで対応し、作成したキャラクターのROM化を行った。ROM化をすることにより、電源を投入すれば、常時、必要なキャラクターの表示が可能となる。また、別の表示を希望する場合においても、ROMの交換のみで簡単に対応できる。図3はLEDによる表示システムの写真を示す。

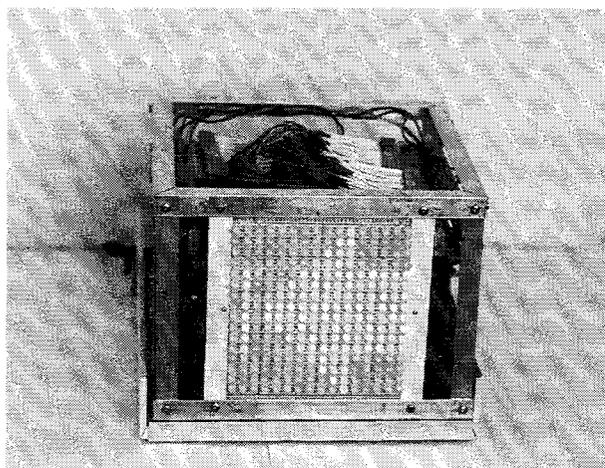


図3 LEDによる表示システム

§ 3 表示に要する物品

3.1 表示用画面基板

いま、キャラクターを表示しようとする場合、縦横16列×16行の基板と256個のLEDがあれば表示できる。このため、縦横16列×16行(256個)のLEDを基板上に配置した。また、動的表示をする場合、動的表示中におけるキャラクターの間隔をとる必要があるため、表示画面の左側1列のLEDをダミーとした。したがって、実際に表示可能なLEDは15列×16行ビットすなわち240個である。本研究においては、スーパーAKI-80(以降、SPAKI-80とする)の基板を5枚使用し、これらの基板

を同時に制御することにより240個のLEDを制御した。

図4は、表示用画面の配線図を示す。また、SPAKI-80

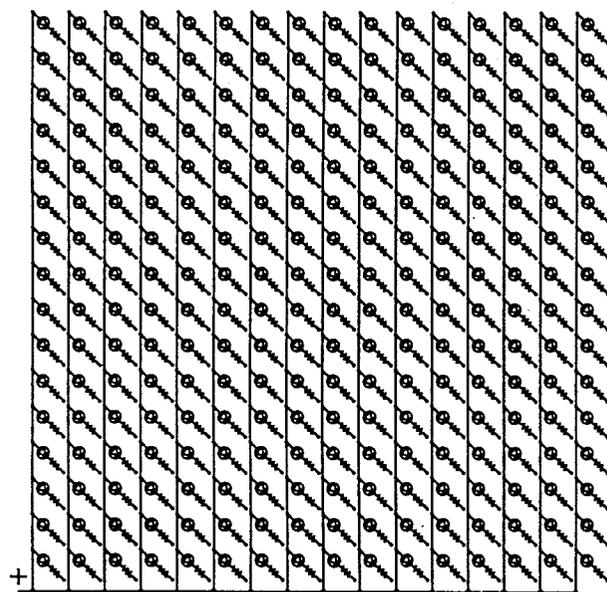


図4 表示用画面の配線図

に付属しているPIOポートは、プログラム実行時の動作不安定を防止するため、全てプルダウンとした。

3.2 インバーター用基板

LEDを点灯させるには二通りの方法がある。その1つは、出力端子とLEDを直接結線する方法である。この方法は、出力端子からの出力電流が少なくLEDの点灯が暗くなる。もう1つは、電源とLEDを結線し出力端子に電流を吸い込ませる方法で、LEDに多くの電流を流すことが可能でLEDの点灯を明るくできる。ここでは、表示用としてLEDを使用するため、より明るく点灯できる後者の方式を使用した⁽²⁾⁽³⁾。SPAKI-80の出力はHiでONになる設計のため、インバータを介してLowにしておく必要がある。ここでは、LEDを結線する240個の端子をLowにするため、40個のインバータICを使用した。図5は、インバータICとLEDおよびインバータICとSPAKI-80の出力端子の配線図を示す。

3.3 総括用基板

表示画面は、5枚のSPAKI-80基板によって動作するように構成されているが、SPAKI-80は各々独立した基板である。このため、基板間での表示画面のずれのない最適な表示画面を得るには、5枚のSPAKI-80に一斉に電源を投入し動作させる必要がある。電源の投入は、5枚のSPAKI-80に電流を供給している電源とSPAKI-80の間にリードリレーを入れ、このリードリレーをONとすることにより行った。また、キャラクターの表示時間の設定および物体の検知によるリードリレーのON、OFFを行うため、AKI-80を使用した。I/Oポートは、PIO-Aの0ポートを入力、PIO-Bの0ポートを

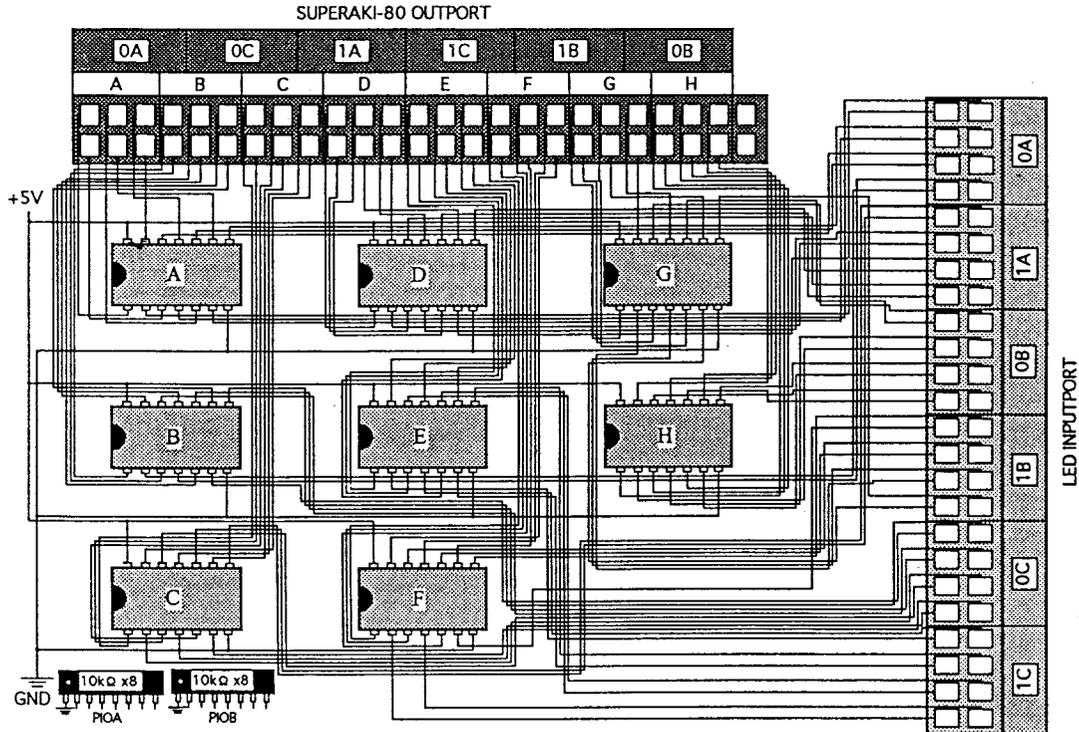


図5 インバータ IC と LED およびインバータ IC と SPAKI-80 の出力端子の配線図

```

PIO1 equ 1ch
PIO2 equ 1dh
PIO3 equ 1eh
PIO4 equ 1fh
org 0000h
LD SP,0
IM 2
LD A,11001111b
OUT (PIO2),A
LD A,11111111b
OUT (PIO2),A
LD A,00110111b
OUT (PIO2),A
LD A,00000011b
OUT (PIO2),A
LD A,11001111b
OUT (PIO4),A
LD A,00000000b
OUT (PIO4),A
LD A,00010111b
OUT (PIO4),A
LD A,00000011b
OUT (PIO4),A
NOP
J1: LD A,0
OUT (PIO3),A
NOP
EI
J2: NOP
IN A,(PIO1)
BIT 0,A
JR NZ,J3
JP J2
J3: DI
LD A,00000001b
OUT (PIO3),A
CALL LWT40
CALL LWT1
CALL LWT.5
JP J1
LWT40: PUSH BC
LD B,8
LW40: CALL LWT5
DJNZ LW40
POP BC
RET
LWT5: PUSH BC
LD B,100
LW5: CALL W50
DJNZ LW5
POP BC
RET
LWT1: PUSH BC
LD B,20
LW1: CALL W50
DJNZ LW1
POP BC
RET
LWT.5: PUSH BC
LD B,10
LW.5: CALL W50
DJNZ LW.5
POP BC
RET
W50: PUSH BC
LD B,50
WT50: CALL W1
DJNZ WT50
POP BC
RET
W1: PUSH BC
LD B,250
WT1: NOP
DEC (HL)
INC (HL)
DJNZ WT1
POP BC
RET

```

図6 プログラムリスト

出力に使用した^{(4)X5X6}。図6は、これらを動作させるプログラムリストを示す。

3.4 センサ

物体を検知してプログラムを動作させるスイッチとして、投光器と受光器が1つのパッケージに入っている拡散反射型センサを使用した。このセンサの物体の最大検出距離は70cmである。

3.5 表示システムの配線図

表示システムの配線は、表示画面、インバータ、SPAKI-80、AKI-80、センサ、リレー、およびこれらに必要な電流を供給する電源から構成されており、図7に示すようになっている。SPAKI-80から出力された信号は、インバータを介して表示画面に送られる。また、物体を検知してセンサに入力があった場合、AKI-80のPIO-Aの0ポートに入力され、CPUを介してPIO-Bの0ポートから出力信号が出力され、リードリレーを起動して電源がONとなる。プログラムの動作中、センサに入力が生じた場合においても、動作中のプログラムの終了まで割り込みは受け付けられないよう設定した。

3.6 AKI-80

情報表示用のハードウェアを製作するにはCPU、RAM、ROM、PIO等のメモリやインターフェース回路の選定が重要になる。これらのボードを設計し、小型のボード上に配線するのは配線数も多くなり困難であるため、市販のAKI-80を使用した⁽⁷⁾。このAKI-80はZ80 CPUを使用した小型(50mm×70mm)のボードで、シリ

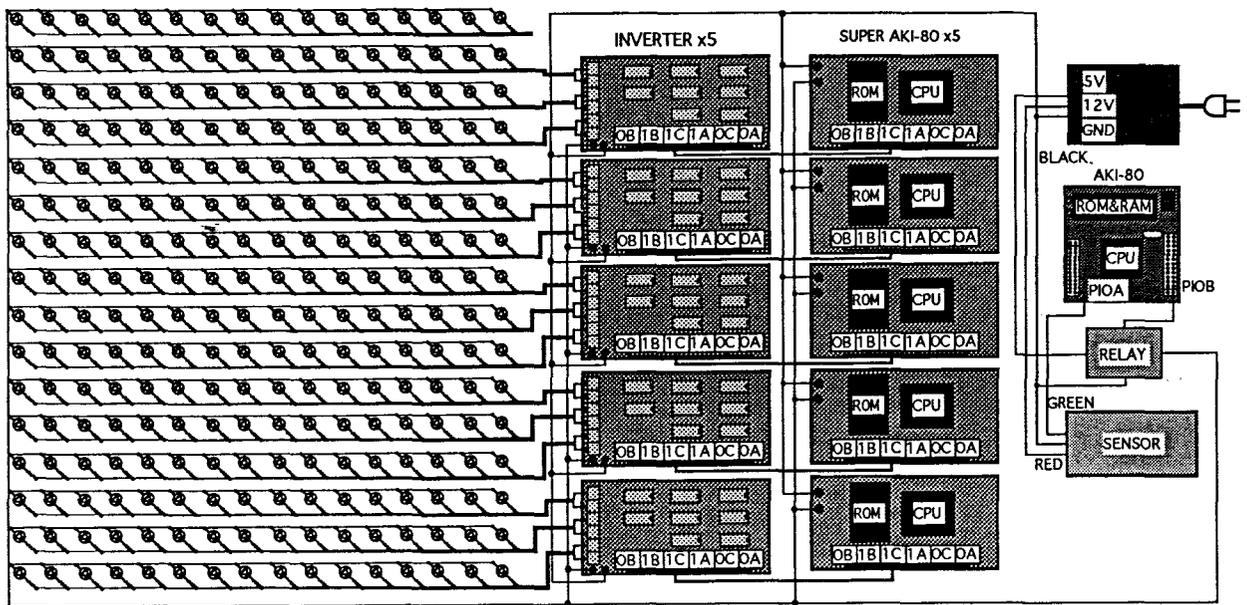


図7 表示システムの配線図

アルポート、入出力ポート、タイマー等をおさめた東芝のZ84C015が搭載されている。ここでは、総括用として使用した。

3.7 スーパーAKI-80

基本構成は、AKI-80に82C55を2個およびRS-232C等を追加したものである。ここでは、82C55×2の48個のポートを制御するために使用した。

§ 4 表示画面作成パルスの作成とそのROM化

4.1 表示画面作成パルスの作成

図8は、1枚の表示画面を3列×16行の5つの領域A、

a ₀	b ₀	c ₀	a ₀	b ₀	c ₀	a ₀	b ₀	c ₀	a ₀	b ₀	c ₀	a ₀	b ₀	c ₀
a ₁	b ₁	c ₁	a ₁	b ₁	c ₁	a ₁	b ₁	c ₁	a ₁	b ₁	c ₁	a ₁	b ₁	c ₁
a ₂	b ₂	c ₂	a ₂	b ₂	c ₂	a ₂	b ₂	c ₂	a ₂	b ₂	c ₂	a ₂	b ₂	c ₂
a ₃	b ₃	c ₃	a ₃	b ₃	c ₃	a ₃	b ₃	c ₃	a ₃	b ₃	c ₃	a ₃	b ₃	c ₃
a ₄	b ₄	c ₄	a ₄	b ₄	c ₄	a ₄	b ₄	c ₄	a ₄	b ₄	c ₄	a ₄	b ₄	c ₄
a ₅	b ₅	c ₅	a ₅	b ₅	c ₅	a ₅	b ₅	c ₅	a ₅	b ₅	c ₅	a ₅	b ₅	c ₅
a ₆	b ₆	c ₆	a ₆	b ₆	c ₆	a ₆	b ₆	c ₆	a ₆	b ₆	c ₆	a ₆	b ₆	c ₆
a ₇	b ₇	c ₇	a ₇	b ₇	c ₇	a ₇	b ₇	c ₇	a ₇	b ₇	c ₇	a ₇	b ₇	c ₇
d ₀	e ₀	f ₀	d ₀	e ₀	f ₀	d ₀	e ₀	f ₀	d ₀	e ₀	f ₀	d ₀	e ₀	f ₀
d ₁	e ₁	f ₁	d ₁	e ₁	f ₁	d ₁	e ₁	f ₁	d ₁	e ₁	f ₁	d ₁	e ₁	f ₁
d ₂	e ₂	f ₂	d ₂	e ₂	f ₂	d ₂	e ₂	f ₂	d ₂	e ₂	f ₂	d ₂	e ₂	f ₂
d ₃	e ₃	f ₃	d ₃	e ₃	f ₃	d ₃	e ₃	f ₃	d ₃	e ₃	f ₃	d ₃	e ₃	f ₃
d ₄	e ₄	f ₄	d ₄	e ₄	f ₄	d ₄	e ₄	f ₄	d ₄	e ₄	f ₄	d ₄	e ₄	f ₄
d ₅	e ₅	f ₅	d ₅	e ₅	f ₅	d ₅	e ₅	f ₅	d ₅	e ₅	f ₅	d ₅	e ₅	f ₅
d ₆	e ₆	f ₆	d ₆	e ₆	f ₆	d ₆	e ₆	f ₆	d ₆	e ₆	f ₆	d ₆	e ₆	f ₆
d ₇	e ₇	f ₇	d ₇	e ₇	f ₇	d ₇	e ₇	f ₇	d ₇	e ₇	f ₇	d ₇	e ₇	f ₇
A			B			C			D			E		

図8 表示画面の分割状態

B, C, D, Eに分割した表示画面を示している。まず、キャラクターを作成する場合、どのようなストーリー性を持たせてキャラクターを表示するかを決定する必要がある。次に、イメージ図を元にして単位時間あたりのビットマップを作成する。そして、そのビットマップを5分割し、各分割表示画面ごとに静止パターンおよび動的パターンで作成したLEDの点灯位置にパルスを作成する。図9は基板Aについてのパルス作成例を示す。他の4枚

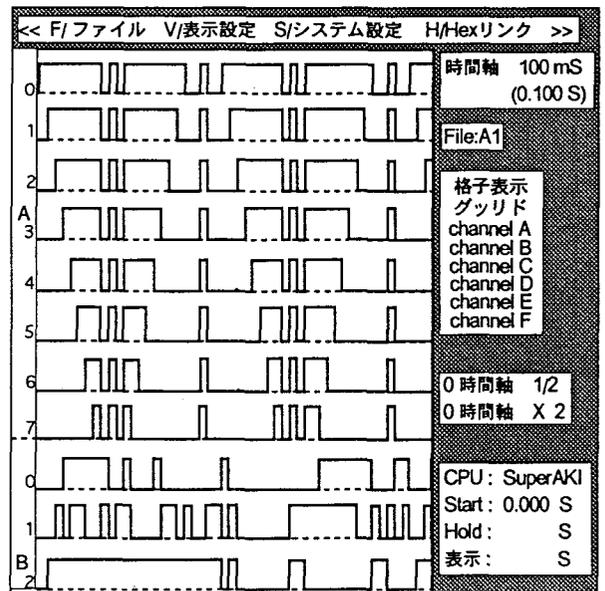


図9 パルス作成例

の基板B, C, D, Eについても同様なパルスの作成を行う必要がある。各領域においてパルスの作成が完了すると、それをROM化できるようにHEXファイル形式

で保存し、ROM WRITER を使用してROMに焼き付けた。これらの手順を図10に示す。

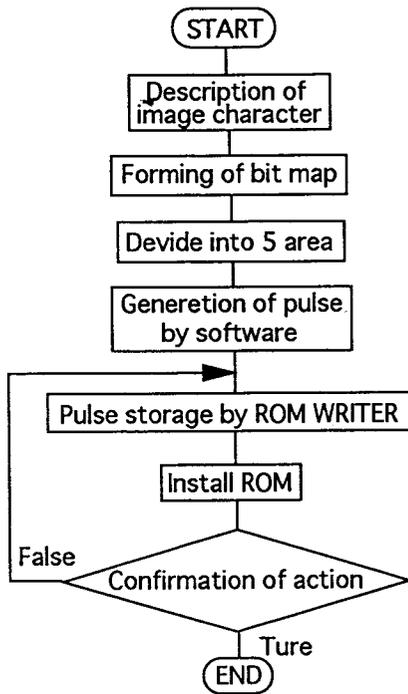


図10 ROM化の手順

4.2 キャラクターの作成例

いま、ストーリー性を考慮して、車で学校に訪問者があった場合のキャラクター表示例を図11に示す。

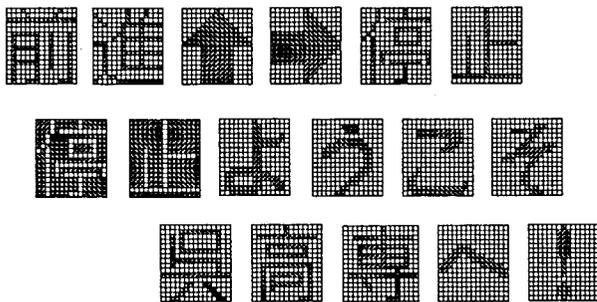


図11 キャラクターの表示例

これらのキャラクターの中で停止の文字は停止の意味であるから静止パターン、その他のキャラクターは動的パターン表示として、キャラクターを表示する過程を示す。まず、静的パターンを行う“停止”の“停”について示すと、図12のような二種類のパターン点滅となる。次に、動的パターン表示を行う場合、キャラクターのパターン分割はいずれのキャラクターについても同様であるため、キャラクター中の“前”について示す。動的パターンの分割は、キャラクターの動きが比較的スムーズに動

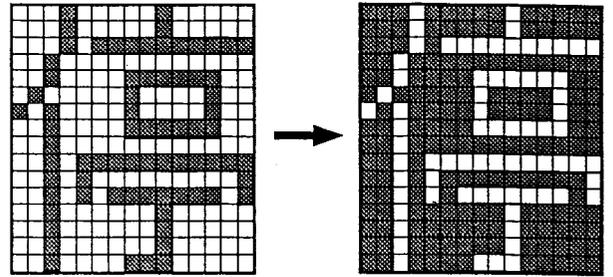


図12 静的パターンの表示例

くように思われる16分割とした。その状態を図13に示す。図中に示す矢印は、時間の経過によってパターンの流れる状態を示している。

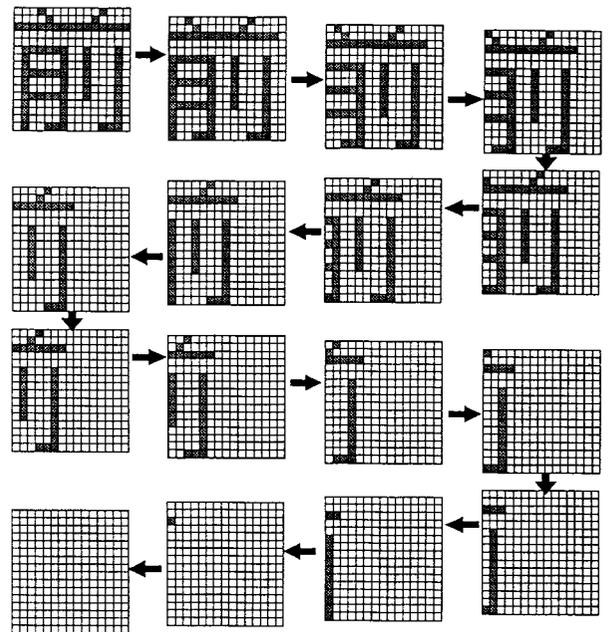


図13 動的パターンの表示例

4.3 パルス作成用ソフト (MPSEQ)

MPSEQは、AKI-80とSPAKI-80専用のパルス作成用のシーケンスコントロールソフトで、パルスの作成およびROM化に必要なHEXファイルの出力を行うことができる⁽⁸⁾。またパルスを10ms単位で1024ステップまで作成できるため、長いストーリーを処理することができる。

4.4 HEXリンク機能

HEXリンク機能は、16種類の異なるパルスを1つのROM内に収めるようHEXファイルに出力することができる。そして、AKI-80上での起動時に、割込を発生させる回路を接続して、必要に応じて割込を発生させると全く異なるシーケンスを行うことができる。また、1つの領域に割り振れるデータ量が決まっていることを念頭において、プログラムを作成する必要がある。図14にROMの占有領域を示す。

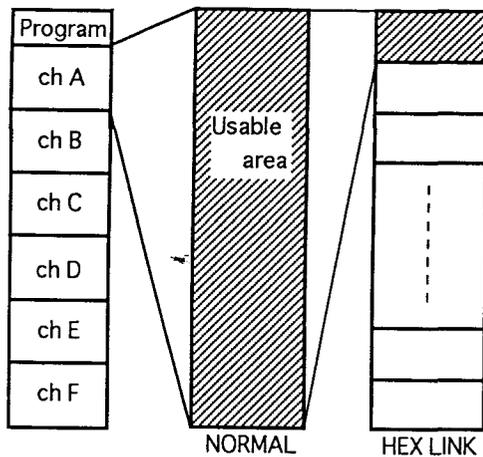


図14 ROMの占有領域

4.5 デバッグ

作成したソースプログラムの動作チェックをする作業がデバッグ作業であり、それをリアルタイムで確認することのできる機器をデバッガという。デバッグは、専用ソフトを使用して、ソースプログラムの完成と同時にを行った。デバッガの使用法は二通りある。その1つは、パソコンとつなぎ作成したオブジェクトファイルをチェックする方法と、もう1つは、プログラムのすでに焼き込まれたROMをデバッガ本体に取り付け、単体でチェックを行う方法である⁹⁾。前者は、専用ソフトを使用してシミュレーションするため、確実にエラーを見つけることができる。しかし、パソコンと接続して制御しているため、本体とのアクセスに時間がかかり、プログラムで設定してある保持時間を正確に処理することができない欠点がある。後者の方法は、確実にパソコンとデバッガ本体とのチェックが終了した後に行うもので、焼き込まれたROMが正確に動作するかどうかを調べることができる。本研究では、上述した両方の方法を用いて、両者を比較検討し、デバッグを行った。まず、前者の方法でLEDの点灯時間を計り、その後前者と同じ設定時間で後者の方法によりLEDの点灯時間を計った。これらを各設定時間ごとに行い、点灯時間とのグラフ化を行い両者の対応を検討した。そして通信ソフトを使用した場合の保持時間を決定した。

§5 結言

マイコンを使用して、LEDによる情報表示システムの製作を行った結果についてまとめると以下のようなになる。

1. パルス作成ソフトを使用して得られたデータをROM化し、ストーリー性を持ったキャラクターの表示が可能となった。
2. 情報表示するためのハードウェアを設計および製作した結果、予期した動作をするシステムを構築する

ことができた。

参考文献

- (1) クイックサインカタログ, タキロン (1996)。
- (2) 青木, 恩田, マイクロコンピュータ講義, 昭光堂 (1994)。
- (3) 西野, IC論理回路入門, 日刊工業新聞社 (1994)。
- (4) 額田, Z80ファミリ・ハンドブック, CQ出版社 (1994)。
- (5) 野原, マイクロコンピュータによる自立型ロボットの制御, 呉高専研究報告, 32-1 (1996), 33。
- (6) MPZ80マニュアル, 無線パーツ (1992)。
- (7) AKI-80, スーパーAKI-80マニュアル, 秋月電子通商 (1996)。
- (8) MPSEQマニュアル, 無線パーツ (1994)。
- (9) MPDBマニュアル, 無線パーツ (1992)。

(平成9年4月15日受付)

A Photoemission and Inverse—photoemission Study of III–V Semiconductors: GaSb

Yoshifumi UEDA, Hiroshi SAKOTA and Takeshi MIYATA
Department of Electronic Engineering, Kure National College of Technology,
Agaminami 2-2-11, Kure 737, Japan

Hiroyuki OKUDA, Kenichirou TAKADA, Shinya SENBA, Tadashi KOTSUGI,
Masashi NAKATAKE, Hitoshi SATO, and Masaki TANIGUCHI
Department of materials science, Faculty of Science, Hiroshima University,
Kagamiyama 1-3, Higashi-Hiroshima 739, Japan

Abstract

The valence-band and conduction-band densities of states (DOSs) of III–V semiconductors:GaSb have been investigated using ultraviolet photoemission (UPS) and inverse-photoemission spectroscopy (IPES). We have found three main structures and two structures in the valence- and conduction-band DOSs, respectively, in the GaSb crystals. With the aid of calculated energy dispersion curves and electronic density of states for GaSb and the UPS and IPES spectra, we assign the components of the DOSs for GaSb. Further, we have found the band gap energy to be 0.7 eV from the *in situ* UPS and IPES measurements.

Key Words: GaSb, III–V Compound Semiconductor, Ultraviolet Photoemission Spectroscopy, Inverse–Photoemission Spectroscopy, Electronic Structure

§ 1 Introduction

Semiconductors prepared by substituting the cation ions in the II–VI compound semiconductors with 3d transition metal ions such as Mn ions belong to a new class of materials, and are called to be diluted magnetic semiconductors (DMSs)¹⁾. It is known that the DMSs show novel properties such as a magneto-optical effect due to the exchange interaction between the valence sp electrons and magnetic 3d electrons²⁾. Recently, studies have been extended to a new group of III–V based DMSs such as $\text{In}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$, and they are expected to the applications for the opto-electronic integrated circuit materials^{3,4)}. GaSb also belongs to the III–V compound semiconductors. It is expected to be able to form new semimagnetic semiconductors of $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Sb}$ by substitution of Ga cation ions in GaSb with 3d transition metals. In order to study electronic structures of such new $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Sb}$ DMSs, it is important to clarify the electronic structure from the valence band to conduction band of the

mother crystal of GaSb. So far valence band of GaSb have been studied in detail with X-ray photoemission spectroscopy⁵⁾, photoemission spectroscopy with use of synchrotron radiation^{6,7)} and band structure calculation in the pseudopotential scheme⁸⁾. On the other hand, as concerns the conduction band of GaSb it is less known as compared with the valence band.

In this paper, we present ultraviolet photoemission and inverse photoemission spectra of GaSb in order to clarify the electronic structure of GaSb from the valence band to conduction band by the *in situ* ultraviolet photoemission and inverse photoemission measurements.

§ 2 Experimental

The UPS and IPES spectrometers employed in the present study are described by Yokoyama et al. and by Ueda et al.^{9,10)}. The UPS spectrometer connected with the IPES apparatus consists of a He discharge lamp

and a double-stage cylindrical-mirror analyzer. The energy resolution was set to be 0.2 eV. The working pressure under the operation of the discharge lamp was 3×10^{-9} Torr, though the base pressure was 4×10^{-10} Torr. The IPES spectrometer contains an electron gun of Erdman-Zipf type with a BaO cathode mounted on the symmetry axis of an Al mirror coated with an MgF_2 film to improve the reflectivity. Light emitted from the sample is focused onto the first dynode of the photomultiplier after passing through an entrance window of SrF_2 crystal. The acceptance angle of the light is about $0.8\pi \cdot \text{sr}$. All components are mounted in an ultrahigh vacuum chamber under the base pressure below 5×10^{-10} Torr. The over all energy resolution is 0.56 eV and the central photon energy of the bandpass filter is 9.4 eV. The energy calibration of the UPS and IPES spectra was experimentally performed using the spectra of polycrystalline Au film. The UPS and IPES spectra were connected at the Fermi level (E_F) by measuring these spectra *in situ* for the same sample surface. Energies of the valence-band and conduction-band spectra were defined with respect to the E_F .

GaSb samples used were undoped single crystals, which were grown from the melt by a modified Bridgman method. The grown crystals were checked by X-ray powder diffraction and electron probe micro analysis. GaSb crystals were revealed to be single phase and to belong to the zincblende structure. The clean surfaces were prepared *in situ* by scraping with a diamond file for UPS and IPES measurements. Measurements on surfaces prepared by scraping provide sufficiently angle-integrated spectra. The corresponding UPS and IPES spectra of GaSb can be reasonably compared with the total DOSs of valence- and conduction-bands, respectively.

§ 3 Experimental Results and Discussion

Figure 1 (a) shows valence-band UPS and conduction-band IPES spectra of GaSb. The UPS spectrum, measured at the excitation-photon energy 21.2 eV (He I), and the IPES spectrum are connected at E_F of the sample. The origin of abscissa is set to be at E_F . The background subtraction was not performed since theory for background treatment of IPES spectra is not completely established at present. Because of the limit of the excitation photon energy, the valence band UPS

spectrum is presented between the energy region of 0 and -10 eV. The valence band spectrum measured at 21.2 eV consists of three main peaks at -1, -3.5 and -7 eV in consistent with the earlier results measured at X-ray and synchrotron radiation (SR) photoemission spectroscopies⁵⁻⁷. In addition to the valence band spectrum, in the region between -10 and -12 eV there can be seen weak structures. On the other hand, we find a peak at 1.8 and a structure around 4.5 eV in the IPES spectrum. Although there is a difference between the photoionization cross sections at the 40.8 and 21.2 eV, the gross feature of the valence band spectrum at 40.8 eV is similar to that of the spectrum at 21.2 eV.

The crystal structure of GaSb is a zincblende type with a lattice constant $a = 6.096 \text{ \AA}$. The Brillouin zone of the GaSb is shown in Fig.2 with symmetry points. Energy dispersion curves along the symmetry lines are calculated by Chelikowsky and Cohen⁸, which is shown in Fig.1 (c). In the original paper, the origin of the energy is defined at the valence band maximum. While in the Fig.1(c) it is shifted to deeper energy side in order to compare the calculated curves with the measured UPS and IPES spectra and it is setted at the Fermi energy of the sample.

In order to consider the electron density of states (DOSs) in GaSb, a partial and a total density of states have been already reported in the paper of Chelikowsky and Cohen, and their calculated total DOS is redrawn in the Fig.1(b) in units of states/eV \cdot atom⁸. By comparison the valence band spectra with the calculated DOS there seems to be a good correspondence between them. This is already pointed out by the early work of Ley et al^{5,7} and our results are consistent with their work. The DOS around -10 eV comes mainly from the electron density at the L, X and K symmetry points by inspection of the DOS and dispersion curves. It is clear that the peak at -7 eV in the valence band comes from DOS near the L, X and L points. The second peak around -4.5 eV in the valence band is due to the DOS near the K point. The top of the valence band is at the Γ point.

Now let us turn to the DOS of conduction band. There are two structures in the IPES spectrum as seen in Fig.1(a), while the calculated DOS has three main peaks between 0 and 5 eV. Since the resolution of the IPES spectrometer is 0.56 eV, it may be considered that the second structure around 4.5 eV is not well resolved and two peaks found at the high energy side

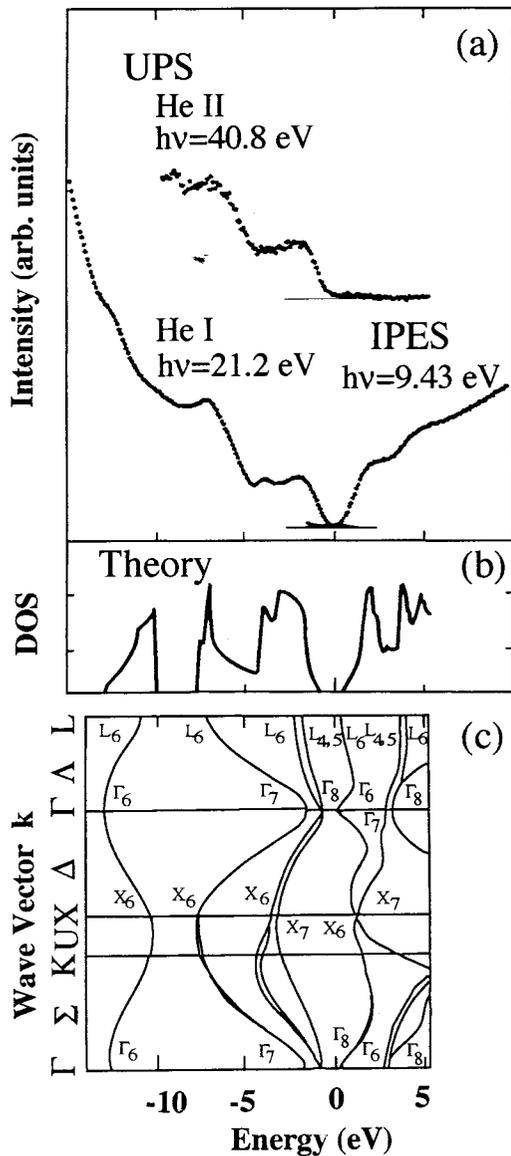


Fig.1. (a) Valence-band photoemission and conduction-band inverse-photoemission spectra of GaSb. Two spectra are connected at the Fermi level. Energies are referred to the Fermi level. (b) calculated total DOSs for GaSb, and (c) calculated dispersion curves of GaSb⁸⁾.

in the calculated DOS overlap each other into a single broad structure as observed in the IPES spectrum. The conduction band minimum is at the Γ point. The first peak at 1.8 eV is due to the DOS around the X point and the second broad structure comes from the DOSs near the Γ_7 , L_6 and Γ_8 symmetry points.

We can obtain directly the band gap (E_g) of the GaSb to be 0.7 eV from the energy difference between the conduction band minimum and the valence band maximum, since our *in situ* photoemission and inverse-

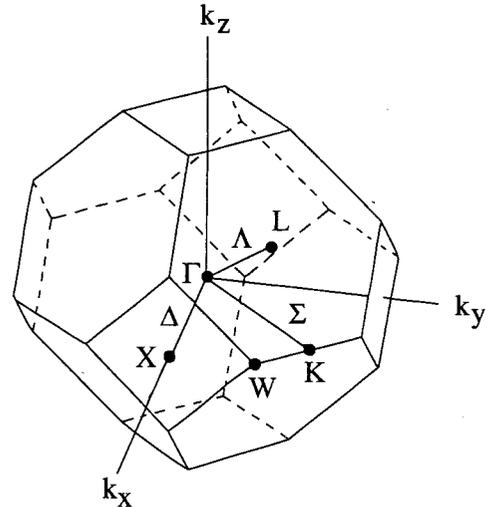


Fig.2. Brillouin Zone and symmetry points for the GaSb with zincblende lattice.

photoemission spectrometer enables us for the first time to measure the both spectra with respect to the Fermi energy. The calculated E_g -value is 0.86 eV. We consider these experimental and calculated values are reasonably in good agreement as well as the DOSs of the valence and conduction bands.

We are now planning to grow crystals of $Ga_{1-x}Mn_xSb$ diluted magnetic semiconductors. It may be expected to clear the difference and similarity of the electronic structure between II-VI based DMSs and III-V based DMSs. We shall also extend our crystal growth to other III-V based DMSs such as $In_{1-x}T_xSb$, where $T=Cr, Mn, Fe, Co, Ni$.

References

1. *Diluted Magnetic Semiconductors, Semiconductors and Semimetals*, Vol.25, edited by J.Furdyna and J.Kossut (Academic Press Inc., New York, 1988).
2. P.I.Nikitin, A.N.Grigorenko, and A.I.Savchuk, *Sensors and Materials*, **4** (1993) 205.
3. H.Ohno, H.Munekata, T.Penney, S.von Molnar, and L.L.Chang, *Phys. Rev. Lett.* **68** (1992) 2664.
4. Y.L.Son, S.W.Huang, Z.H.Ming, Y.H.Kao, H. Munekata and L.L.Chang, *Phys. Rev.* **B53** (1996) 4905.
5. L.Ley, R.A.Pollak, F.R.McFeely, S.P.Kowalczyk, and D.A.Shirley, *Phys. Rev.* **B9** (1974) 600.
6. G.E.Franklin, D.H.Rich, A.Samsavar, E.S.Hirschhorn, F.M.Leiblsle, T.Miller and T.-C.Chiang,

- Phys. Rev. **B41** (1990) 12619.
7. G.P.Willams, F.Cerrina, G.P.Lapeyre, J.R.Anderson, R.J.Smith, and J.Hermanson, Phys. Rev. **B34** (1986) 5548.
 8. J.R.Chelikowsky and M.L.Cohen, Phys. Rev. **B14** (1976) 556.
 9. K.Yokoyama, K.Nishihara, K.Mimura, Y.Hari, M.Taniguchi, Y. Ueda, and M.Fujisawa, Rev.Sci. Instrum. **64**, 87 (1993).
 10. Y.Ueda, K.Nishihara, K.Mimura, Y.Hari, M.Taniguchi, M.Fujisawa, Nucl.Instrum. Methods, **A330**, 140 (1993).

(平成9年4月15日受付)

倒立振子の振り上げ運動

(電気工学科) 山崎 勉

Swing-up Motion of Inverted Pendulum

Tsutomu YAMAZAKI

Abstract

Swing-up motion control of an inverted pendulum is investigated. Applying the maximum principle, an available solution to swing up a pendulum with a cost function of minimum time, bang-bang control is derived theoretically. But it is necessary for deciding the input time sequence for the motion control to solve Hamilton's canonical equation for ten variables with two boundary conditions. Then here, an approximate solution of input sequence of swing up motion is simulated numerically and is adjusted experimentally by the trial and error method.

The obtained control sequence finally, about 90% of trials succeeded in swinging up the pendulum.

Key Words: inverted pendulum, swing up control, non-linear system, bang-bang control

倒立振子, 振り上げ制御, 非線形系, バンバン制御

§ 1 前書き

制御理論の進展は著しく、得られた多くの成果は実用化が積極的に進められている。ただ線形理論に限るとである、現実には何らかの非線形現象が現れるためほとんどの場合線形化が行われ現代制御や周波数応答法による設計法が適用されている¹⁾。

非線形系の興味ある制御対象として倒立振子の研究が行われている²⁾。振子の倒立状態を現代制御理論により最適制御系を設計し、パーソナルコンピュータでオンライン制御する装置が本校にもあり学生実験にも使用している。そこで、垂れ下がった振子を駆動して振り上げて倒立状態に近づけ、前述の最適制御系に切り替え倒立振子を実現する事を考える。その最も簡単な制御方策について検討し、その結果について以下に報告する。

§ 2 制御対象

2.1 使用機器の構成

使用した装置のシステム構成は図1に示すように倒立振子機構・コントロールボックス・パーソナルコンピュータ(NEC PC9801RA)である³⁾。

水平に置いた長さ110cmの2本レールの上(装置保護

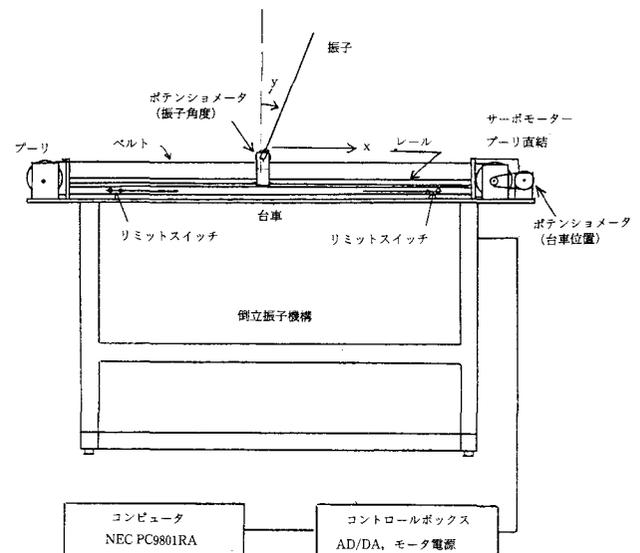


図1 倒立振子実験装置

のため二つのリミットスイッチで有効長さ $X = \text{約}90\text{cm}$ 以内に制限)でベルトにより一次元方向に自由に動く台車がある。台車の運動に直角方向に突き出た軸の回りで自由に回転できるように振り子棒が取り付けられている。

ベルトは直流サーボ・モーター（ツカサ電気 TG101Z 減速 1/12.5）で駆動されている。台車の位置と振子の角度を検出するためポテンショメータが設定しており、その値はコントロールボックス内で AD 変換器（コンテック製 ADA12-8/2 (98)）によりデジタル信号に変換されパーソナルコンピュータに送られる。また、コンピュータからの制御信号はコントロールボックス内で DA 変換後サーボモーターを駆動する。現代制御理論の検証を支援する為に関与された専用ソフトウェアが MS-C と共に利用できる⁴⁾。

2.2 台車の運動と状態方程式

台車を水平方向に適当に動かすことにより棒を制御することを考える。

台車の質量 $mc = 4.4\text{kg}$ ，レールとの摩擦係数 $F = 19.2\text{kg/s}$ ，振り子棒の質量 $m = 0.1\text{kg}$ ，慣性モーメント $j = 2.14 \times 10^{-3}\text{kgm}^2$ ，回転軸から棒の重心までの距離 $L = 0.115\text{m}$ ，回転運動時の摩擦係数 $C = 4.9 \times 10^{-4}\text{kgm}^2/\text{s}$ で表される³⁾。台車の位置を x （レールの中央部を原点とする），棒の鉛直上方向からの振れ角度 y （原点は回転軸）とすると次の運動方程式が成立する⁵⁾。

$$\begin{aligned}jd^2y/dt^2 + Cdy/dt &= VL\sin y - HL\cos y \\md^2(L\cos y)/dt^2 &= V - mg \\md^2(x + L\sin y)/dt^2 &= H \\mcd^2x/dt^2 + Fdx/dt &= u - H\end{aligned}$$

ここで H および V は台車と棒の接点である軸での抗力の水平および垂直成分，重力定数 $g = 9.8\text{m/s}^2$ ，制御入力 u である。これらの式を見ると角度 y に関する項が三角関数で表され，この微分方程式系は非線形になっていることが分かる。

上の 4 つの式より抗力 V と H を消去し，状態変数として台車の位置 x 速度 v 振子の角度 y と角速度 w を選り，状態方程式で表すと次のようになる。

$$\begin{aligned}dx/dt &= v \\dy/dt &= w \\dv/dt &= (-JFv + JmLw^2\sin y + mLw^2\cos y \\&\quad - m^2L^2g\cos y\sin y + J \cdot u)/K \\dw/dt &= (mLFv\cos y - m^2L^2w^2\cos y\sin y - MCw \\&\quad + MmLg\sin y - mL\cos y \cdot u)/K\end{aligned}$$

ここで $M = mc + m$ $J = j + mL^2$ $K = MJ - (mL\cos y)^2$

§ 3 制御方法

振子が下方に垂れ下がった状態 ($t = t_0$) から振り上げて時刻 t に倒立させる制御方法を考える。その評価基準として，振り上げに要する時間を最小とする事とする。

非線形系も含めた最適制御問題を解く方法として最大原理と動的計画法が知られている⁶⁾。ここでは振り子の振り上げに最大原理を適用し，最短時間制御の問題とし

て制御方を導出する。最短時間の評価関数は $f = t - t_0$ であり，これを最小とする制御入力系列を決定する。以下では $t_0 = 0$ とする。

始めに 5 番目の状態変数として f を採用する。

すなわち $f = t$ また微分形式では $df/dt = 1$ となる。

この系のハミルトニアン h は一般運動量 p_1 から p_5 を用いて次のように表される。

$$\begin{aligned}h(u) &= p_1 \cdot dx/dt + p_2 \cdot dy/dt + p_3 \cdot dv/dt + p_4 \cdot \\&\quad dw/dt + p_5 \cdot df/dt \\&= p_1 \cdot v + p_2 \cdot w + p_3 \cdot (-JFv + JmLw^2\sin y + mLw^2 \\&\quad \cos y - m^2L^2g\cos y\sin y + J \cdot u)/K + p_4 \cdot (mLFv\cos y \\&\quad - m^2L^2w^2\cos y\sin y - MCw + MmLg\sin y - mL\cos y \cdot \\&\quad u)/K + p_5 \cdot 1 \\&= p_1 \cdot v + p_2 \cdot w + \dots + (p_3J - p_4mL\cos y)u/K + \dots\end{aligned}$$

さて最大原理によると $h(u)$ を最大にする制御入力 u を求めれば良い。ただし制御入力は有限で u の絶対値が最大値 U 以下で制限される。 $h(u)$ は u について一次式であるため， u を含む項が最大の時最大になる。すなわち

$$u = U \cdot \text{sgn} \{ (p_3J - p_4mL\cos y)/K \}$$

この式の右辺の $\text{sgn} \{ \}$ は符号関数で $\{ \}$ 内の符号を求める。この結果最適制御入力系列は正または負の最大値を取り $\{ \}$ と同じ符号を持つことが分かる。このような信号系列を持つ制御方式はバンバン制御と呼ばれている。具体的な信号系列は二点境界値問題の解析により求められる。即ち前述の状態方程式と次の 5 つの微分方程式を解けば良い（ハミルトンの正準方程式）。

$$\begin{aligned}dp_1/dt &= 0 \\dp_2/dt &= -p_3(JmLw^2\cos y - mLcws\sin y - m^2L^2g\cos \\&\quad (2y))/K - p_4(-mLFv\sin y - m^2L^2w^2\cos(2y) + \\&\quad MmLg\cos y + mL\sin y \cdot u)/K + m^2L^2\cos y\sin y \\&\quad (p_3dv/dt + p_4dw/dt)/K \\dp_3/dt &= -p_1 + p_3JF/K - p_4mLF\cos y/K \\dp_4/dt &= -p_2 - p_3(2JmLws\sin y + mLc\cos y)/K + \\&\quad p_4(2m^2L^2w\cos y\sin y - MC)/K \\dp_5/dt &= 0\end{aligned}$$

初期条件 $x=0$ $y=3.14$ $v=0$ $w=0$ $f=0$

終端条件 $|x| < X$ $y=0^*$ $v=0^*$ $w=0^*$

$$p_1=0 \quad p_2=0 \quad p_3=0 \quad p_4=0 \quad p_5=-1$$

ここで， 0^* はほぼ零をあらわす。この微分方程式系の厳密解の導出は容易ではない。詳しい解析は別の機会に譲り，ここでは振子の固有振動を元に実験的に求めた近似解を利用する⁷⁾。

§ 4 実験

バンバン制御では出力の大きさを最大にしその方向を変えれば良く，その切り替えを行う時刻は前述の方程式を解析すれば求められる。その近似解を基に試行錯誤法

により振り子の振り上げを試みる事が可能である。

倒立振子機構を動作させるにはC言語によるコンピュータプログラムが必要である。ここでは本装置に付属の台車パラメータ測定用のsample2.cを元に修正を加えた制御プログラムを作成し利用した^{4,7)}。そのフローチャートを図2に示す。パラメータ設定で台車に加え

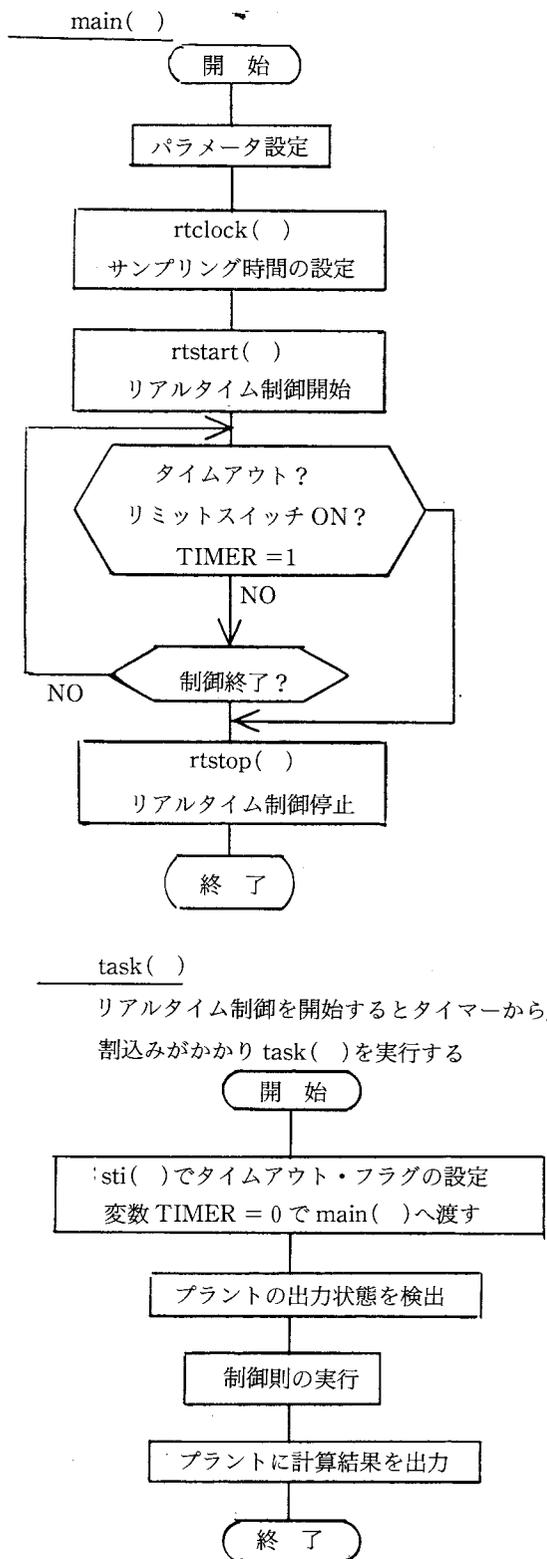


図2 倒立振子制御の流れ

る電圧、切り替え時間、測定点数を入力する。次にサンプリング時間を設定した後、リアルタイム制御を開始する。この制御が始まるとタイマーからの割り込みが掛かり関数 task () を実行し、終了後 main () に復帰する。処理時間の超過やリミットスイッチが動作した場合または強制的に制御を終了させる場合はリアルタイム制御を終了させるため rtstop () を実行する。そうでない場合は処理を継続する。task () ではタイムアウトフラグを設定し、制御対象の状態検出、制御則の実行、結果の記録を行う。

モーター入力電圧の大きさ10V以下、台車の可動幅80cmの条件下で振り上げを試みた。電圧の大きさによる制御過程の大きな変化は僅かであった。試行錯誤により求めた切り替え時刻 t (秒) = 0.27, 0.88, 1.41, 1.66とした場合の実験例を図3に示す。横軸は時刻を縦軸に台

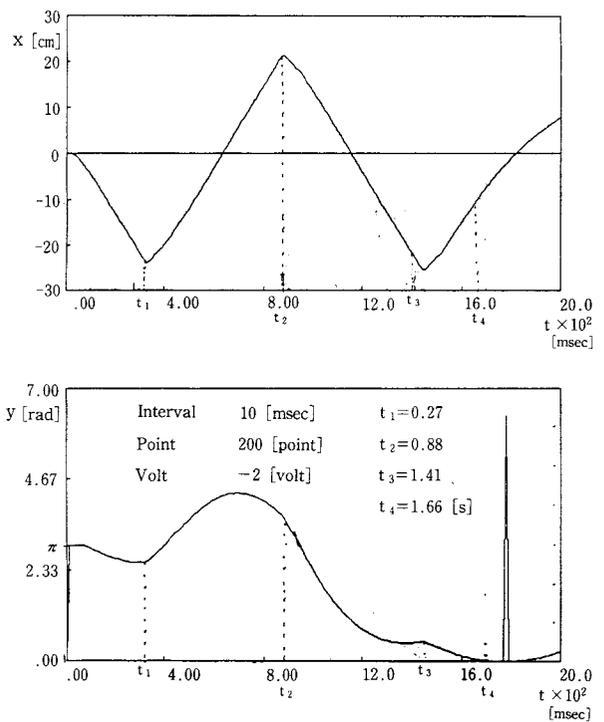


図3 振り上げ運動の測定例

車の位置および振り子の角度を制御開始とともに記録したものである。測定は10msec 毎でモーター入力電圧-2Vである。この条件で繰り返し実験すると9割以上の確率で倒立状態(振り子の角度±0.2rad以内、角速度±0.1rad/s以内)に達した⁸⁾。

同じ切り替え時系列を元に倒立振子の運動を数値計算した結果を図4に示す。計算時の時間刻み幅は0.5msecでルンゲ・クッタ法を用いた。横軸に時刻、縦軸には台車位置x、振り子角度y、制御入力uをとっている。実験結果とほぼ同様の制御経過が得られているが、モー

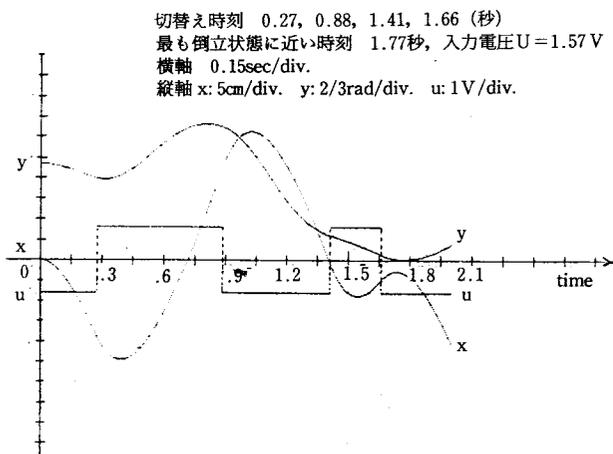


図4 振り上げ運動のシミュレーション結果

ター印加電圧は $U=1.57\text{V}$ である。台車位置については倒立点通過後の変化が実験と計算で異なっているが、角度についてはよく合っている。倒立状態に最も近づいた時、時刻 $t=1.770\text{sec}$ 、角度 $y=0.0362\text{rad}$ 、角速度 $w=0.0042\text{rad/s}$ である。印加電圧をこの値より大きくすると倒立点を通過して回転運動に入り、小さい場合には頂上まで達せず振動を繰り返すようになった。前述の倒立条件に合う時刻は $t=1.765$ から $t=1.775$ までの 0.011 秒間で振子の角速度の方が厳しい条件になっていた。

§ 5 検討

この研究では次の項目について検討した。倒立振子の振り上げ制御問題の定式化。最短時間問題として最大原理を適用するとバンバン制御が得られる事を確認した。その正準方程式の厳密解に代えて近似解と試行錯誤法により実験で切り替え点を求めた。その結果、振り上げて倒立状態に近づけることが可能である事が分かった。また、数値計算による振り上げ運動のシミュレーション結果からも倒立状態にする事が可能である事が確かめられた。振子の倒立状態の制御については本装置付属の自乗積分表現の評価関数を最小とする最適レギュレータを利用するとして、ここには記載していないがその解析を行い機能を確認した。すなわち最適レギュレータの導出のため定常リカッチ方程式の求解、オブザーバーの導出などの検討をした。ただ評価関数の重み付けに考慮の余地が残されている。

今後の課題は次の様になる。振り上げ制御から倒立を維持する最適レギュレータへの切り替え時点・許容範囲の検討。制御対象や入出力系の特性変化に伴うモデルの誤差対策。異なる評価基準での振り上げ制御などが挙げられる。

本研究の実験は卒業研究によるところが大きく、現代制御理論の学習とC言語の修得が不十分にもかかわらず多大なる時間と労力を卒業研究に費やした下井、原の両

氏に心より感謝します。

参考文献

- 1) 杉江俊治, 藤本健治: 「近似線形化を用いた倒立振子の制御」計測自動制御学会論文集 vol. 31(10) pp. 1643-1649 (1995)
- 2) 中野和司, 内田主幹, 江口三代一, 中原一夫: 「イグザクトモデルマッチング制御とその倒立振子への応用」計測自動制御学会論文集 vol. 31(8) pp. 1239-1241 (1995)
- 3) ジャパン・E・M(株): 倒立振子マニュアル (1991)
- 4) アドバンスト・コントロール・ラボラトリ(株): 倒立振子マニュアル (1988)
- 5) 古田勝久, 佐野昭: 「基礎システム理論」コロナ社 (1978) p. 14
- 6) J.T. Tou 著 中村嘉平・伊藤正美・松尾強訳: 「現代制御理論」コロナ社 (1965)
- 7) 下井浩, 原真由美: 「倒立振子の振り上げ制御」呉高専電気工学科平成8年度卒業研究論文
- 8) 西田真幸, 兼重明宏, 寺嶋一彦: 「倒立振子の振り上げ非線形プロセスの制御」計測自動制御学会論文集 vol. 31(9) pp. 1452-1461 (1995)

(平成9年4月15日受付)

呉市堺川の景観設計手法に関する研究

(環境都市工学科) 小松 孝二, 竹村 和夫
市坪 誠, 山口 隆司

A study on Landscape Design of Sakaigawa River

Koji KOMATSU, Kazuo TAKEMURA,
Makoto ICHITSUBO, Takashi YAMAGUCHI

Abstract

Nowadays, the landscape including local area characteristics has attracted a lot of interesting based on the amenity of urban environments. In case of river landscape, the harmony with surroundings also has been demanded in addition to water amenity and appearance.

In this research, the influence of design methods on the landscape planning in urban river was investigated in order to get the basic information about landscape planning. With the case of both Motoyasu river and Sakaigawa river, Landscape characteristics were also analyzed based on the situation research of river and surrounding landscape. The improvement methods of river revetment were exemplified. Finally, the future scopes and directions on the urban river landscape was suggested.

Key words: Urban river, Urban landscape, Landscape design, Kansei engineering
都市河川, 都市景観, 景観設計, 感性工学

§ 1 背景と目的

近年, 都市環境におけるアメニティが注目され, 地域特性を加味した景観に対する関心が高まりつつある。河川においても同様に親水性, 美観性のみならず周囲景観との調和が求められている。筆者らは既に感性工学的手法¹⁾²⁾をもとにコンクリート構造物を主対象とした景観に対する心理量(評価)と景観構成要素との対応からエージングに対する設計手法について把握を行っている³⁾⁴⁾。

広島県呉市の市街地中心を流れる堺川(延長6.1km, 流域面積12.5km²)は, 隣接する蔵本通り及び公園との一体的な整備(道路整備及び公園整備)が行われた。しかし, 整備の際, 公園拡幅のため水面への張出し部の設置とこれに付随してフェンスの設置を行ったため, 人間が水に近づけないのが現状である。

このような背景の中で本研究では, 都市河川における景観形成手法の基礎的資料を得るために, 都市河川の景観設計に及ぼす護岸整備の影響について検討を行った。

つまり, 広島市内の護岸改修済みの河川景観(元安川)と堺川の河川景観の現況調査から景観特性の把握を行うことにより, 今後の都市河川の景観における方向性について検討を行った。

§ 2 実験概要

2.1 景観の把握

河川景観を眺める上では眺める場所(視点場)が非常に重要となり, その視点場を大別すると, ①橋上等から河川の流れ方向に平行に眺める「流軸景」, ②堤防及び護岸等から河川の流れ方向と直角に対岸方向を眺める「対岸景」, ③山や丘等やや高いところから河川の広い範囲を一望できる「俯瞰景」の3つに分類される⁵⁾⁶⁾。

これを踏まえて堺川及び元安川の河川景観要素の把握を行うため流軸景及び対岸景を対象とする写真撮影を行った。撮影方法は晴天時, 直立した成年男子の視点(視点高: 160cm)で視野角60度より, 約400枚撮影した。景観

表1 SD評価シート

	かなり	やや	ふつう	やや	かなり	
さらさらした						さらさらしてない
味わい深い						味わい深くない
季節感のある						季節感のない
重要な						重要でない
まとまりのある						まとまりのない
近代的な						近代的でない
好き						嫌い
良い						悪い
規則的な						規則的でない
シンプルな						シンプルでない
ゆったりとした						こせこせとした
個性的な						個的でない
たくましそう						か弱そう
生活に密着した						生活に密着していない
自然的な						人工的な
豊かな						豊かでない
風景になじむ						風景になじんでない
平凡な						平凡でない
涼しそう						涼しそうでない
広い						狭い
くつろげる						くつろげない
動きのある						動きのない
日本的な						日本的でない
すっきりした						すっきりしていない
魅力的な						魅力的でない
美しい						美しくない
飽きのくる						飽きのこない
清潔感のある						清潔感のない
安らぎのある						安らぎのない
文化的な						文化的でない
整備された						整備されていない
安全な						危険な
鮮やかな						鮮やかでない
歴史のありそうな						歴史のありそうにない
そばに寄ってみたい						そばに寄ってみたいくない
存在感のある						存在感のない
品のある						品のない
快適な						快適でない
淋しい						にぎわしい
曲線的な						直線的な

表2 アイテム/カテゴリ表

No.	アイテム	カテゴリ	No.	アイテム	カテゴリ
1	川幅	1 広い	10	周辺景(山)	1 あり
		2 狭い			2 なし
2	砂州	1 あり	11	建物の密度	1 高い
		2 なし			2 低い
3	橋の使用色	1 赤	12	護岸の種類	1 石積み白
		2 黒			2 石積み黒
		3 白			3 コンクリート
		4 青			4 石積+植生
		5 なし			1 1段
4	階段	1 あり	13	護岸の状態	2 2段
		2 なし			3 張り出し
5	柵(ガード)	1 あり(白)	14	根固め(露出)	1 あり
		2 あり(黒)			2 なし
		3 その他			1 樹木
		4 なし			2 芝生
6	水面積	1 0~20%	15	川沿いの植生	3 樹木+芝生
		2 21~40%			4 なし
		3 41~60%			1 あり
		4 61%以上			2 なし
7	水上のボート	1 あり	17	潮の干満	1 満潮
		2 なし			2 干潮
8	周辺景(地目)	1 住宅地	18	電柱	1 あり
		2 商業地			2 なし
		3 工業地			1 橋上
		4 公園			2 護岸
9	周辺景(建物)	1 遠景	19	視点場	
		2 中景			
		3 近景			
		4 遠近両用			
		5 なし			

構成要素を19アイテム/55カテゴリ(表2)に分類し、景観個々の特性の把握を行い代表的景観68枚を抽出した。

2.2 心理量の抽出

まず、既往の研究⁷⁾より感性尺度(イメージ形容詞)を40対にまとめ感性ワードとし、これを表1に示す5段階のSD尺度の形式に整え、呉高専環境都市工学科1年生38名(男子24名,女子14名)を対象に官能検査を行った。

2.3 結果の分析

前述の検査結果を基に、感性工学的手法を用いて多変量解析を行った。まず、40個のイメージ形容詞について因子分析(バリマックス法)を行い少数個の共通イメージの因子構造(心理構造)を明確にした。続いて数量化理論I類⁸⁾により心理量と景観要素との対応を求め、感性に影響する景観要素の重み(決定係数)を求め重要アイテムを明確にした。

§3 分析結果

3.1 堺川の景観特性

評価結果をもとに因子分析を行い少数個の共通因子を検出した。40個の形容詞対を3個の軸に要約した(表3)。これをもとにI軸を「親水要素」、II軸を「文化要素」、III軸を「開放要素」と定め、この3つの要素で河川景観が評価されると判断された。河川景観の因子得点において横軸を親水要素、縦軸を文化要素とした散布図を図1に示した。堺川の景観は、太田川に比べ親水要素がマイナス(品のない等)と判断された。特に親水要素及び文化要素がマイナスとなる河川景観(第3象限)は、レンガ風張出し護岸を主対象とした景観となった。つまり、昭和63年に都市景観形成事業の一環として整備されたレンガの張出し護岸の景観は、親水要素及び整然要素が低くなる傾向にあった。またこれに対し、植生の豊かな公園を周辺景とする河川景観が親水性の最も高い値となった。横軸を親水要素、縦軸を開放要素とした河川景観の散布図を図2に示した。堺川の景観は図1と同

表3 因子負荷表

No	形 容 詞 対	I	II	III
37	品のある一品のない	0.912	0.083	0.183
38	快 適 なー快適でない	0.910	0.141	0.196
28	清潔感のあるー清潔感のない	0.900	0.024	0.290
26	美 し いー美しくない	0.899	0.278	0.210
33	鮮 や か なー鮮やかでない	0.877	0.309	0.160
7	好 きー嫌い	0.871	0.314	0.174
8	良 いー悪い	0.870	0.308	0.255
35	そばに寄ってみたいーそばに寄ってみたいくない	0.845	0.408	0.119
4	重 要 なー重要でない	0.836	0.209	0.085
30	文 化 的 なー文化的でない	0.834	-0.034	0.137
25	魅 力 的 なー魅力的でない	0.830	0.429	0.151
36	存在感のあるー存在感のない	0.819	0.195	0.172
5	まとまりのあるーまとまりのない	0.789	-0.170	0.447
32	安全なー危険な	0.782	-0.359	0.315
31	整備されたー整備されていない	0.778	-0.477	0.275
29	安らぎのあるー安らぎのない	0.740	0.465	0.363
17	風景になじむー風景になじんでない	0.714	0.520	0.293
21	くつろげるーくつろげない	0.706	0.447	0.389
1	さらさらしたーさらさらしていない	0.705	0.144	0.487
6	近代的なー近代的でない	0.705	-0.629	0.079
9	規則的なー規則的でない	0.694	-0.396	0.500
22	動きのあるー動きのない	0.640	0.304	0.026
2	味わい深いー味わい深くない	0.613	0.556	0.211
39	淋 し いーにぎわしい	-0.609	0.216	0.379
27	飽きのくるー飽きのこない	-0.559	-0.420	0.207
14	生活に密着したー生活に密着していない	0.507	0.140	0.116
12	個性的なー個性的でない	0.473	0.376	-0.287
15	自然的なー人工的な	-0.005	0.943	0.143
23	日本的なー日本的でない	0.169	0.825	0.036
34	歴史のありそうなー歴史のありそうにない	0.010	0.822	-0.103
3	季節感のあるー季節感のない	0.458	0.787	-0.034
16	豊 か なー豊かでない	0.578	0.585	0.462
19	涼しそうなー涼しそうでない	0.485	0.538	0.530
40	曲線的なー直線的な	0.105	0.486	-0.197
10	シンプルなーシンプルでない	0.175	-0.162	0.843
20	広いー狭い	0.165	-0.014	0.826
11	ゆったりとしたーこせこせとした	0.300	0.366	0.793
24	すっきりしたーすっきりしていない	0.558	0.009	0.669
18	平 凡 なー平凡でない	-0.057	-0.208	0.643
13	たくましそうなーか弱そうな	0.333	0.065	0.449
	寄 与 率(%)	51.7	15.0	8.5
	累積寄与率(%)	51.7	66.7	75.2

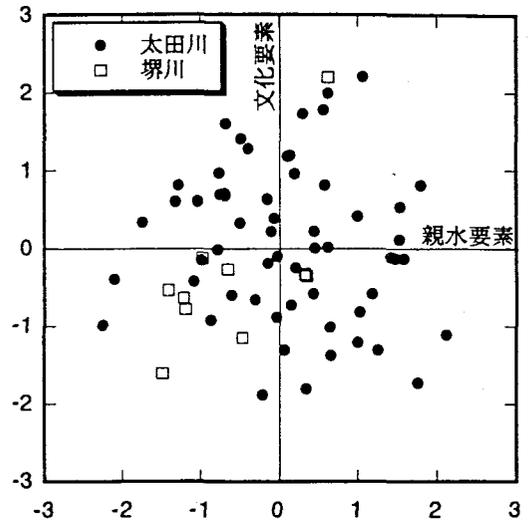


図1 散布図 (親水ー文化)

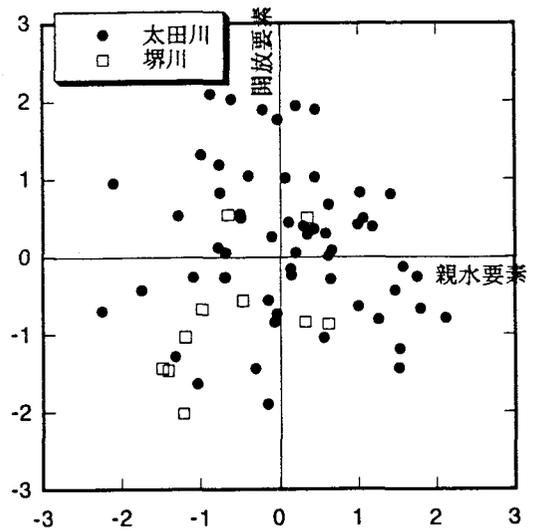


図2 散布図 (親水ー開放)

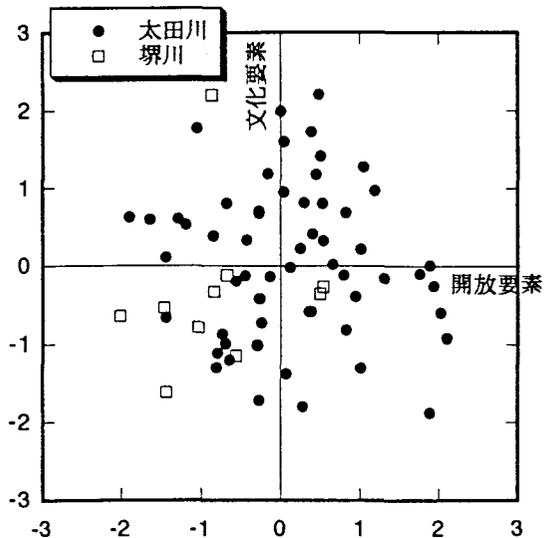


図3 散布図 (開放ー文化)

様、太田川に比べ主に第3象限に分布する傾向にあり、開放要素もマイナス（シンプルでない等）と判断された。横軸を開放要素、縦軸を文化要素とした河川景観の散布図を図3に示した。この場合も堺川の景観は図1及び図2と同様に文化要素がマイナスイメージ（人工的な等）の傾向にあった。以上の結果、これら堺川の現状を踏まえ、親水要素、文化要素及び開放要素を高めた改修が望ましいと判断された。

3.2 堺川の修景手法

親水要素、文化要素及び開放要素それぞれに対する修景手法の検討を行った。

(1) 河川の親水性

親水要素の代表因子である〈品のある一品のない〉の分析結果を表4に示した。決定係数は0.807となった。「品のある」という感性を感じさせる河川景観とは、①護岸の状態が二段であること、②周辺景に山が存在すること、③護岸の種類が石積みであること等の要素をもっていることである。これより、「品のある」という感性を感じさせるためには、護岸の状態が最も重要となり、続いて周辺景の有無及び護岸の種類を考慮した修景が有効と判断された。以上の結果、河川景観の親水度は護岸に段を付け自然的な周辺景にすることが重要であり、堺川に多く見られる張り出し護岸及びコンクリート護岸はマイナスイメージであると判断された（写真1, 2, 3, 4）。

(2) 河川の文化性

文化要素の代表因子である〈自然的な－人工的な〉の分析結果を表5に示す。決定係数は0.807となった。「自然的な」という感性を感じさせる河川景観とは、①周辺景が公園であること、②橋の使用色が赤でないこと、③川沿いに樹木等の植生を有すること等の要素をもっていることである。これより、「自然的な」を代表因子とした河川景観の文化度の向上のためには、公園のある周辺景、続いて橋の使用色及び川沿いの植生が有効であり、

表4 品のある一品のない（親水要素）

アイテム	カテゴリ	スコア	偏相関
護岸の状態	1段	-0.262	0.692
	2段	0.405	
	張り出し	-0.566	
周辺景(山)	あり	0.292	0.593
	なし	-0.170	
護岸の種類	石積み白	0.132	0.532
	石積み黒	0.222	
	コンクリート	-0.681	
	石積み+植生	0.013	

工業地の存在する周辺景及び橋梁色彩は赤が非常にマイナスイメージであると判断された。また、親水要素と文化要素の代表的景観は同様になることが理解できた（写真1, 2, 5, 6）。

(3) 河川の開放性

開放要素の代表因子である〈シンプルな－シンプルでない〉の分析結果を表6に示した。決定係数は0.852となった。「シンプルな」という感性を感じさせる河川景観とは、①護岸の状態が二段であること、②黒系の柵を有していること、③川沿いに樹木等の植生を有すること等の要素をもっていることである。これより、「シンプルな」という感性を感じさせるためには、護岸の状態、柵の色及び川沿いの植生が重要と判断され、張り出し護岸はマイナスとなった（写真7, 8, 9, 10）。

表5 自然的な－人工的な（文化要素）

アイテム	カテゴリ	スコア	偏相関
周辺景(地目)	住宅地	0.030	0.664
	商業地	-0.223	
	工業地	-0.610	
	公園	0.604	
橋の使用色	赤	-1.327	0.634
	黒	0.112	
	白	-0.184	
	青	0.007	
	なし	0.164	
川沿い植生	樹木	0.141	0.580
	芝生	-0.374	
	樹木+植生	0.149	
	なし	-0.653	

表6 シンプルな－シンプルでない（開放要素）

アイテム	カテゴリ	スコア	偏相関
護岸の状態	1段	-0.199	0.774
	2段	0.316	
	張り出し	-0.479	
柵(ガード)	あり(白)	-0.242	0.628
	あり(黒)	0.248	
	その他	-0.239	
	なし	0.036	
川沿い植生	樹木	0.115	0.582
	芝生	-0.026	
	樹木+植生	-0.236	
	なし	-0.054	



写真1 堺川における「品のある」「自然的な」の代表例

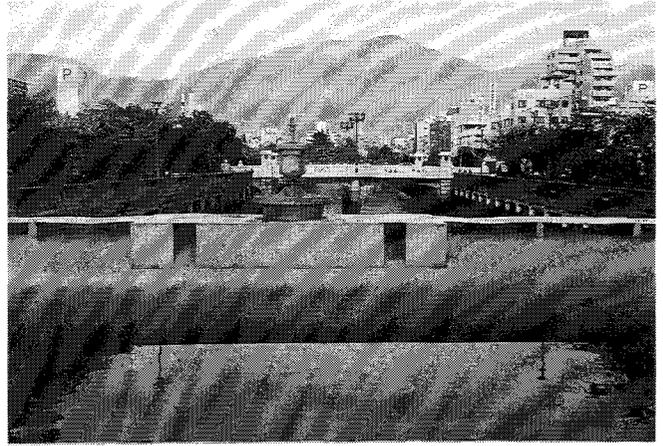


写真2 堺川における「品のない」「人工的な」の代表例

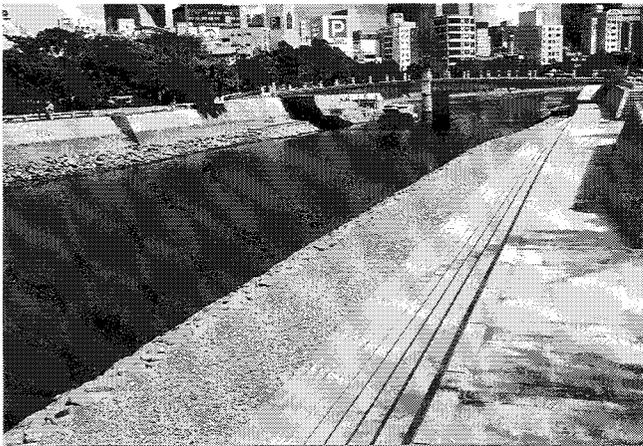


写真3 太田川(元安川)における「品のある」の代表例

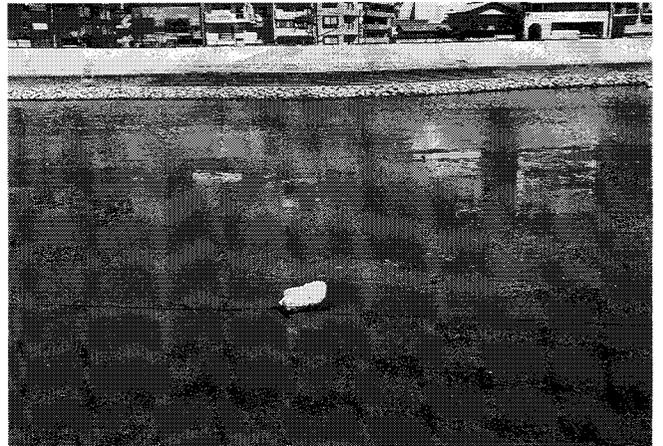


写真4 太田川(元安川)における「品のない」の代表例



写真5 太田川(元安川)における「自然的な」の代表例

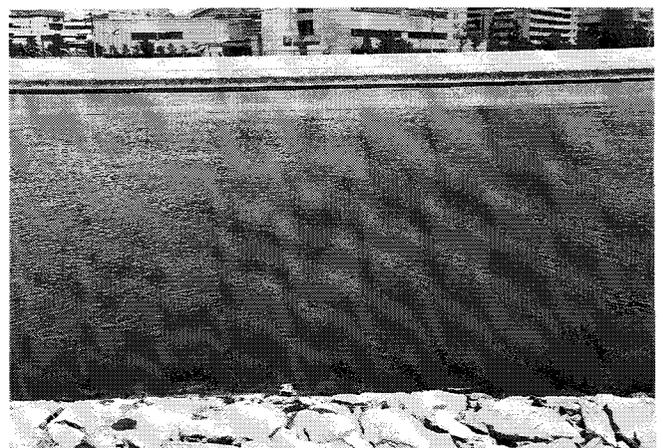


写真6 太田川(元安川)における「人工的な」の代表例



写真7 堺川における「シンプルな」の代表例



写真8 堺川における「シンプルでない」の代表例



写真9 太田川(元安川)における「シンプルな」の代表例

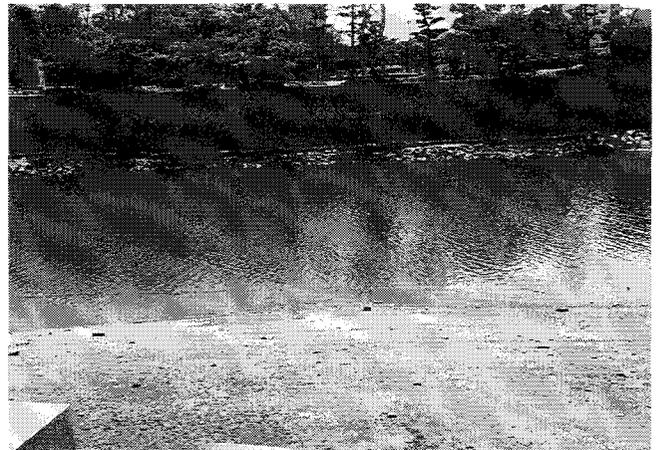


写真10 太田川(元安川)における「シンプルでない」の代表例

§ 4 結論

本研究の結果をまとめると以下のようになる。

- 1) 河川評価は「親水要素」、「文化要素」及び「開放要素」の3軸で判断された。
- 2) 太田川に対し堺川の景観は上記3要素とも低く判断され、これを踏まえた改修が必要とされた。
- 3) 河川の親水度は護岸の状態、周辺景及び護岸の種類により判断された。
- 4) 河川の文化度は周辺景、橋梁色彩及び川沿いの植生により判断された。
- 5) 河川の開放度は護岸の状態、柵及び川沿いの植生により判断された。

以上の結果より、今後の堺川の景観を整備するうえで上記3要素を満足するとともに、修景手法としては特に護岸の形態の改善が有効であるということが理解できた。

参考文献

- 1) 長町三生：快適科学，海文堂，pp.1-18，1992
- 2) 長町三生：感性工学のおはなし，日本規格協会，

pp.43-75，1995

- 3) 市坪 誠，竹村和夫，勇 秀憲：Soiling Characteristics and Their Evaluation，セメント・コンクリート論文集，No48，pp.666-671，1994
- 4) 市坪 誠，田澤榮一，河合研至，竹村和夫：コンクリート表面の付着物質が景観評価に及ぼす影響，第23回セメント・コンクリート研究討論会報告論文集，pp.92-97，1996
- 5) 土木学会編：水辺の景観設計，技報堂出版，pp. 2-32，1991
- 6) 島谷幸宏：河川風景デザイン，山海堂，pp.16-52，1994
- 7) 原田公治：河川景観評価における景観工学的研究，平成7年広島大学卒業論文，pp.15-28，1995
- 8) 久米 弘，高梨一彦：実務的SPSSによる多変量解析法，高文堂出版社，pp.139-171，1993

(平成9年4月15日受付)

地域性を考慮した都市河川の景観設計に関する研究

(環境都市工学科) 市坪 誠, 竹村 和夫
山口 隆司, 小松 孝二
(土木工学科24期生) 山岡 公平

Study on Landscape Design to Urban River from Viewpoint of Regional Landscape

Makoto ICHITSUBO, Kazuo TAKEMURA,
Takashi YAMAGUCHI, Koji KOMATSU
Kohei YAMAOKA

Abstract

The main purpose of this paper was to estimate the landscape design to urban river from viewpoint of regional landscape.

First, the influence of regulations on the landscape planning in urban river was investigated in order to get the basic information about landscape planning. With the case of Hiroshima city, municipal regulations on urban landscape were exemplified.

Secondly, especially Motoyasugawa river, landscape characteristics of urban river were also analyzed based on Kansei Engineering. It was used semantic differential, factor analysis and quantification one in it.

Key Words: Urban river, Urban planning, Regional landscape, Visual assessment, Landscape design
都市河川, 都市計画, 地域景観, 景観評価, 景観設計

§ 1 まえがき

近年, 人々の都市における美観上の意識の高まりとともに, 構造物も周囲景観と調和したものが求められるようになってきた。

特に土木構造物は, その公共性により, 耐久性, 経済性及び施工性を追求してきたために, 公共施設及び公共空間において自然環境及び周囲景観を無視したものが少なくない。河川においても同様に本来の目的である洪水から街等を守る治水機能と, 工業・農業用水, 生活用水を確保する利水機能の基本機能を早期に追求したために, 第三の機能というべき親水機能及び景観への配慮が欠けていたように思われる。

近年においては人々の価値観は多様化し, 河川においても周囲景観との調和等, アメニティー(快適性)及び美観に対する要求も高まりつつある。「もの」を単に認識するだけでなく, 「より良いもの」に対する構築が必

要になってきているものと思われる。

これまで, このような美観性の高まりとともに, 河川の景観調和に関する研究は多数行われてきた。そして, それらは河川景観に影響を及ぼす河川要素(橋梁, 護岸)を中心に研究が行われている。ところが, 周囲景観である建築物等の形態, 色彩などや広告物(看板等)が河川景観に影響を及ぼしている事例が多く報告されている。つまり, 既往の研究においては, その重要度にも関わらず周囲景観に対する規制制度の配慮を踏まえた景観調和の研究が数少ない。

広島市には, 都市部に特徴ある川が6本流れており, 水面積がきわめて大きく豊かな河岸緑地帯の優れた水辺空間を持っている。また, 河川付近には平和記念公園などがあり, それに関する条例などが定められている。

そこで本研究では, 都市河川の特徴を抽出すべく, その対象を一級河川太田川(広島市)として, 河川景観評

価の把握を行った。また、広島市において制定されている条例・要綱等^{1)~6)}の景観に対する影響と景観調和に対して検討を行った。つまり、都市内の河川景観における景観形成の背景及び現状の把握を行い、これを基に今後の都市における河川景観の方向性について検討を行った。

§ 2 実験概要

2. 1 周囲景観の把握

河川沿岸の建物景観の現況把握を行うために、建築構造物を主対象とする写真撮影を行った⁷⁾⁸⁾(72枚)。撮影条件として晴天時に対岸の上流側及び下流側それぞれに対対象景観が横に若干重複する2枚1組の景観把握を行った。直立した成年男子の視点(視点高さ160cm)から視角60度(正面視したとき最も重要な視野であるグレアゾーン⁹⁾)を対象としている。また、「水の都整備構想」をもとに「良好な住環境を形成する水辺空間(以下『住空間』)」、「賑わいの場を形成する水辺空間(以下『賑わい空間』)」及び「都市の顔を形成する水辺空間(以下『都市空間』)」(図1)の3つの河川空間により景観整備が行われるため、それぞれの河川空間ごとに景観特性の把握を行った。そして、景観構成要素(主に建築物の看板や緑地等)が写真全体に占める面積を占有率で示した。

2. 2 河川景観の把握⁷⁾⁸⁾

広島市を流れる太田川6派川のうち、元安川を景観検討の対象とした。晴天時、視点高さ160cm(視角60度)から、流軸景及び対岸景を考慮し写真撮影し特徴ある河川景観58枚を抽出した。既往の研究¹⁰⁾より感性尺度(形容詞対)を40対にまとめた(表1)。これをSD尺度の形式に整え、呉工業高等専門学校環境都市工学科1年生38名(男子24名,女子14名)を対象に官能検査を行った。

そして検査結果を基に、感性工学的分析手法¹¹⁾¹²⁾を用いて多変量解析¹³⁾を行った。まず、因子分析を行い少数個の共通因子を検出しイメージ形容詞の因子構造(心理構造)を明確にした。続いて数量化I類により心理量と景観要素との対応を求め感性に影響する景観要素の重みを求めた。

§ 3 結果及び考察

3. 1 元安川における法規制

表2は広島市域の景観に関連する条例及び要綱等である。平成4年に施行された「ふるさと広島市の景観の保全と創造に関する条例(広島県景観条例)」は、広島県及び広島市の調整により広島市内は適用外となっており、広島市域内全体の都市景観における基本的な方向性は「広島市都市美計画」による。デルタ市街地における河川沿岸の整備等については「水の都整備構想」によって

表1 SD評価シート

	かなり	やや	ふつう	やや	かなり	
さらさらした						さらさらしていない
味わい深い						味わい深くない
季節感のある						季節感のない
重要な						重要でない
まとまりのある						まとまりのない
近代的な						近代的でない
好き						嫌い
良い						悪い
規則的な						規則的でない
シンプルな						シンプルでない
ゆったりとした						こせこせとした
個性的な						個性的でない
たくましそう						か弱そう
生活に密着した						生活に密着していない
自然的な						人工的な
豊かな						豊かでない
風景になじむ						風景になじんでない
平凡な						平凡でない
涼しそう						涼しそうでない
広い						狭い
くつろげる						くつろげない
動きのある						動きのない
日本的な						日本的でない
すっきりした						すっきりしていない
魅力的な						魅力的でない
美しい						美しくない
飽きのくる						飽きのこない
清潔感のある						清潔感のない
安らぎのある						安らぎのない
文化的な						文化的でない
整備された						整備されていない
安全な						危険な
鮮やかな						鮮やかでない
歴史のありそうな						歴史のありそうない
そばに寄ってみたい						そばに寄ってみたいくない
存在感のある						存在感のない
品のある						品のない
快適な						快適でない
淋しい						にぎわしい
曲線的な						直線的な

各空間の性格	都市の顔を形成する水辺空間	a
	賑わいの場を形成する水辺空間	b
	良好な住環境を形成する水辺空間	c

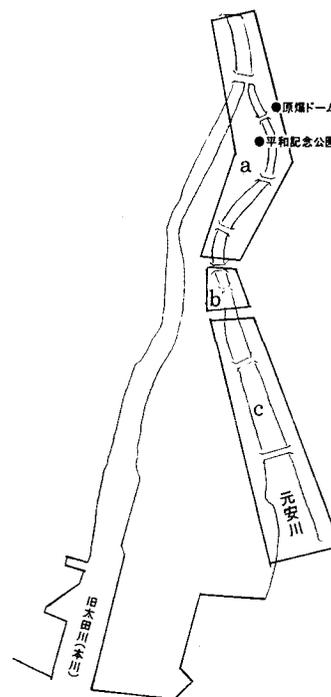


図1 水の都整備構想による各空間

表2 条件比較表

名称	主体者	施行日	目的・基本方針	対象地域／対象	内容・行為の概略	罰則	条例間の関わり
広島市都市美計画	広島市／ (都市計画局都市計画部都市デザイン室)	昭和56年	広島に存在する多くの川、周辺部の山々、瀬戸内海に浮かぶ美しい島などの景観要素を取り上げ、市民と行政が一体となって、時間をじっくりかかっている、あたたかさも自然に発生しているような個性あるまちを目標とする。	広島市／ 山林、山間部の農地、河川(太田川等)、海岸、建造物、道路、公園、工業地、橋梁等	山林、農地の保全、公園・緑地の整備、河岸緑地の確保、自然海岸の保全、建造物のデザイン・色の規制、工場周辺の緑化、優れたデザインの橋の保全等	本計画における緑地区や風致地区においては保全法による制限を受けたり、条例による許可が必要となる。その他、一定規模以上の面積の開発については法的規制等を受ける。	水の都整備構想
平和大通り沿道建築物等美観形成要綱	広島市／ (都市計画局都市計画部都市デザイン室)	昭和58年 4月1日	広島市都市美計画に基づき、広島市を象徴する平和大通りの沿道地区について、建築物等の美観形成を図る上で必要な事項を定め、良好な都市景観を形成する。	広島市内／ 建築物・工作物、屋外広告物、屋外駐車場・日除けテント、その他	新築、増改築、修繕、模様替え、屋外広告物が掲出する物件の設置	強制力、罰則等なし	平和大通り地区地区計画、総合設計制度
水の都整備構想	建設省／ (太田川工事事務所調査設計課) 広島県／ (土木建築河川課) 広島市／ (都市計画局都市計画部都市デザイン室)	平成元年度	長期的な水の都整備の方向性を示し、広島においてまちづくりと一体化となった水辺をつくるため、さまざまな提案をあげたもの。	広島市内／ 太田川(デルタ地域)	水の都にふさわしい水辺の視覚づくりを行うとともに、環境の整備や空間デザイン等の検討等を行う。	強制力、罰則等なし	広島市都市美計画
リバーフロント建築物等美観形成協議制度	広島市／ (都市計画局都市計画部都市デザイン室)	平成元年 7月1日	川や海に沿った地区を、より美しく、快適に、魅力あるものにしようとし、河を意識した良好な住宅の建設を提唱する。	広島市内／ 高さ31m以上の建築物、川・道路・公園等を介して面する3階建て以上の建築物、面積1,000㎡を超える工場用地の建物等	新築、増改築、修繕、外観の塗装替え、屋外広告物が掲出する物件の設置等	強制力、罰則等なし	水の都整備構想
ふさと広島市の景観の保全と創造に関する条例	広島県／ (林務部緑景観室)	平成4年 1月1日	景観形成施策に関し必要な事項を定め、快適で魅力ある県土広島島の創生に寄与する。	広島県内／ 建築物等、その他	新築、増改築、移転、撤去、木材の伐採、鉱物・土石等の採取、土地区画形質の変更等	景観指定地域において、知事は行政指導等(指導、助言、要請)をすることができ、それに従うよう勧告し、従わない場合、公表することもある。また、行為の無届出、虚偽の届出については、5万円以下の罰金に処する。	県の条例と同等の条例を定め、た市町村のうち、知事が指定する地域については、景観指定地域、大規模行為に関する規定は、不適用とする。
原爆ドーム及び平和記念公園周辺建築物等美観形成要綱	広島市／ (都市計画局都市計画部都市デザイン室)	平成7年 9月20日	平和を象徴とする原爆ドーム及び平和記念公園の周辺地区において国際文化都市の象徴にふさわしい景観の形成	広島市内／ 建築物・工作物・屋外広告物、屋外駐車場・日除けテント、その他	新築、増改築、修繕、模様替え、屋外広告物が掲出する物件の設置、平和記念公園からの景観に影響を及ぼす恐れのある行為	強制力、罰則等なし	本制度と上記平和…(要綱)とに重複する地区内の届出は本制度を優先させる。本制度と上記リバーフロント…(制度)とに重複する地区内の届出も本制度を優先させる。

進められるとともに、河川沿岸の建築物等は「リバーフロント建築物等美観形成協議制度（以下『リバーフロント』と略記）」によりその色及びデザインの協議を行うことが理解された。また、平和大通り周辺及び原爆ドーム周辺については、それぞれ「平和大通り沿道建築物等美観形成要綱（以下『平和大通り』と略記）」及び「原爆ドーム及び平和記念公園周辺建築物等美観形成要綱（以下『原爆ドーム』と略記）」を定めて良好な都市景観の形成を図っている。特に上記景観に関する法制度の重複する地区は、『原爆ドーム』、『平和大通り』、『リバーフロント』の優先順位により適用されることが把握された。

3.2 河川の周囲景観

水の都整備構想の3つの空間ごとの特性を抽出することにより元安川沿岸の景観構成要素の把握を行った。図2は緑及び看板の視野内占有率である。これより、原爆ドーム及び平和公園を含む『都市空間』の緑占有率は右岸（平和公園側）、左岸（原爆ドーム側）それぞれの上流、下流ともに同程度となり、両沿岸とも同様の植樹による緑化が図られていることが理解できた。また、看板占有率は右岸で微少、左岸で約4%となり、近接する背の高い建築物の看板は植樹帯上部に目立つ存在であることが理解できた。特に左岸における原爆ドームの視野内占有率は2.5%であることから原爆ドームに対する看板の占有状況が1.5倍強であることが把握された。看板の色彩も原色の青及び赤が用いられ、原爆ドームが主対象となる都市の顔（空間）として景観調和のバランスがくずれていることが理解された。『賑わい空間』では緑の占有率に対し、看板が0.4から1.2%へと増加する傾向にあった。この空間では、川幅が狭いために看板及び緑の有無が直接占有率の増加に結びつくことが理解された。『住空間』では看板の占有率が上流部で高く、下流部（河口方向）で低くなる傾向にあった。緑の占有率は、公園の存在する右岸下流部以外非常に低い値となった。

周辺景観を指導する際、一番拘束力のあるべき『原爆ドーム』は罰則規定がない上、新築や増築以外の既存建物には適用されない。また、文化庁は今回の世界遺産の登録を機に新たな規制、保護措置はとらない方針である。これより、元安川左岸は良好な景観形成を図る上からも今後、広島市、建物所有者及び周辺住民における既存建物の問題点の解決が求められた。

3.3 河川の景観特性の把握

評価結果を因子分析にかけ、変量間の相関を説明するための共通因子を検出した。40個の形容詞対を4個の軸に要約し、その上位3位までを示した（表3）。第一因子軸（寄与率48.5%）は代表尺度を「美しい」とする「親水要素」と名付けた。第二因子軸（寄与率16.8%）は「自然的な」を代表尺度とし「文化要素」と名付けた。第三因子軸（寄与率10.4%）は「シンプルな」を代表尺

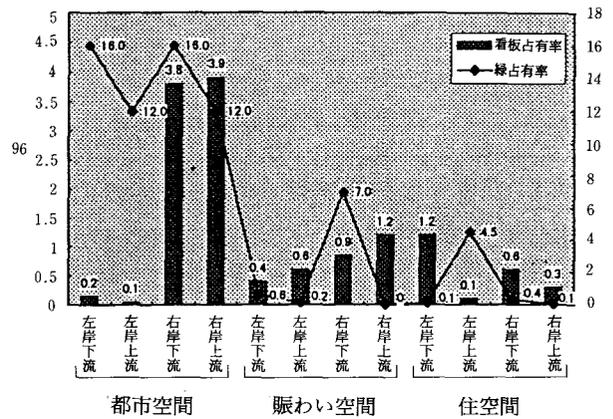


図2 緑及び看板の占有率

表3 因子負荷表

No.	形容詞対	因子負荷表			
		I	II	III	IV
26	美しい-美しくない	0.954	0.149	0.088	0.005
37	品のある-品のない	0.932	-0.034	0.145	-0.061
33	鮮やかな-鮮やかでない	0.932	0.203	0.010	0.038
15	自然的な-人工的な	0.014	0.950	0.006	0.011
23	日本的な-日本的でない	0.186	0.808	-0.016	-0.156
34	歴史のありそうな-歴史のありそうでない	-0.029	0.773	-0.337	0.013
10	シンプルな-シンプルでない	0.152	-0.161	0.915	0.188
24	すっきりした-すっきりしていない	0.600	-0.029	0.666	0.144
18	平凡な-平凡でない	-0.067	-0.213	0.543	0.346
20	広い-狭い	0.107	-0.026	-0.496	0.780
13	たくましそうな-か弱そうな	0.261	-0.024	-0.059	0.769
11	ゆったりとした-こそそとした	0.278	0.368	0.515	0.619
寄与率		48.5%	16.8%	10.4%	4.7%
累積寄与率		48.5%	65.3%	75.6%	80.4%

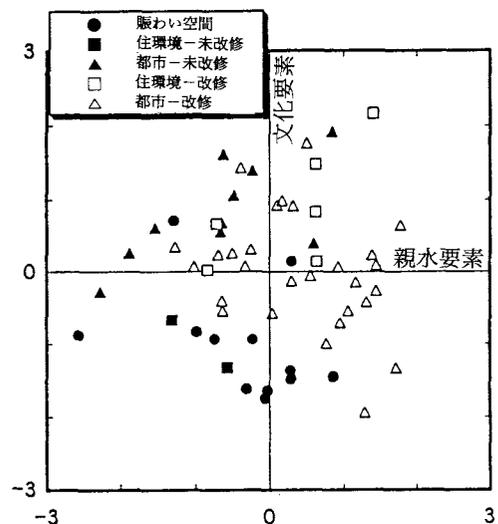


図3 散布図

表4 美しい

〈美しい-美しくない〉 相関比=0.779				
アイテム	カテゴリ	順位	偏相関係数	スコア
護岸の状態	1段	1	0.686	-0.355
	2段			0.355
周辺景(山)	あり	2	0.590	0.362
	なし			-0.176
川沿い植生	樹木	3	0.535	0.229
	芝生			0.132
	樹木+芝生			-0.257
	なし			-0.559
橋の使用色	赤	4	0.415	-0.868
	黒			-0.007
	白			-0.084
	青			-0.014
	なし			0.077
水上のボート	あり	5	0.335	-0.137
	なし			0.137
柵(ガードレール)	白	6	0.333	-0.569
	黒			-0.006
	なし			0.032
砂州	あり	7	0.322	-0.201
	なし			0.152
根固め(露出)	あり	8	0.218	0.163
	なし			-0.216
水面積	0~20%	9	0.160	-0.082
	21~40%			0.039
	41~60%			0.040
	61%以上			-0.024
階段	あり	10	0.152	-0.020
	なし			0.097

表5 自然的な

〈自然的な-人工的な〉 相関比=0.811				
アイテム	カテゴリ	順位	偏相関係数	スコア
周辺景(地目)	住宅地	1	0.676	0.051
	商業地			-0.290
	公園			0.628
橋の使用色	赤	2	0.584	-1.534
	黒			0.166
	白			-0.170
	青			-0.074
	なし			0.138
川沿い植生	樹木	3	0.576	0.158
	芝生			-0.416
	樹木+芝生			0.173
	なし			-0.774
周辺景(建物)	遠景	4	0.551	0.715
	中景			0.046
	遠景+近景			-0.048
	なし			-0.515
柵(ガードレール)	白	5	0.470	0.962
	黒			-0.186
	なし			0.032
護岸の状態	1段	6	0.399	0.128
	2段			-0.128
水上のボート	あり	7	0.355	-0.144
	なし			0.144
視点場	橋上	7	0.355	0.283
	護岸			-0.082
周辺景(山)	あり	9	0.258	0.123
	なし			-0.060
水面積	0~20%	10	0.245	0.133
	21~40%			0.015
	41~60%			-0.087
	61%以上			0.013

度とし「整然要素」と名付けた。第四因子軸(寄与率4.7%)は、「広い」を代表因子とし「開放要素」と名付けた。元安川に対する景観の心理構造は、これら4つの因子軸(累積寄与率80.4%)によって規定されることが理解できた。

景観評価軸における上位2軸の因子得点を図3に示した。これより、「賑わい空間」及び「住環境-未改修地区-」に位置する河川景観は、主に第3象限に分布した。つまり、この地区の景観評価は親水要素及び文化要素が低く(マイナスと)判断された。「都市空間-未改修地区-」の景観は、第2象限を中心に分布した。つまり、この地区の景観は文化的要素が強い反面、親水要素が低く判断された。「住環境-改修地区-」に位置する河川景観は第2象限と第1象限に分布し、文化要素が高く判断された。「都市空間-改修地区-」は第1象限、第2象限及び第3象限に広く分布し、特に親水要素もしくは

文化要素が高く評価された。

紙面の都合上、景観評価に直接影響を及ぼす河川要素を2軸の代表因子について検討を行った。

親水性の軸を代表因子とする〈美しい-美しくない〉における河川景観との対応結果のうち上位10番目までを表4に示した。相関比(決定係数)が約78%と高くこれら河川要素でこの感性を十分説明できる。「美しい」と感じる景観は、護岸の状態、周辺景(山)、川沿い植生及び橋の使用色に左右されると判断された。

文化性の軸を代表因子とする〈自然的な-人工的な〉における河川景観との対応結果のうち上位10番目までを表5に示した(相関比81%)。「自然的な」と感じる景観は、周辺景(地目)、橋の使用色、川沿い植生、周辺景(建物)及び柵(ガードレール)に左右されると判断された。

4. 結論

本研究では、太田川(元安川)を対象に景観形成に影響を及ぼす景観要素について検討を行った。

- 1) 広島市域内における都市河川の景観形成に関する条例において「原爆ドーム及び平和記念公園周辺建築物等美観形成要綱」が他の条例に対し優先されることが把握された。
- 2) 都市(広島市)の顔を形成する水辺空間では、左岸の看板の視野内占有率は原爆ドームに対し約1.5倍高くなった。また、賑わいの場を形成する水辺空間では、緑占有率が看板占有率の増加とは対照的に減少する傾向にあり、良好な住環境を形成する水辺空間では、緑占有率がより低くなることが把握された。
- 3) 良好な河川景観形成を図る上からも既存建物に対する指導等に関する問題点が把握された。
- 4) 河川景観(元安川)に対する評価は、親水要素、文化要素、整然要素及び開放要素の4軸により判断された。
- 5) 改修地区では親水及び文化要素が高く、未改修地区では親水要素が低く判断された。
- 6) 親水性は護岸、周辺景(山)、植生及び橋の色により判断され、文化性は周辺景(地目)、橋の色、植生、周辺景(建物)及び柵により判断された。

参考文献

- 1) 広島市(都市計画局都市計画部都市デザイン室) : 広島市都市美計画, 1981
- 2) 広島市(都市計画局都市計画部都市デザイン室) : 平和大通り沿道建築物等美観形成要綱, 1983
- 3) 建設省(太田川工事事務所調査設計課)・広島県(土木建築河川課)・広島市(都市計画局都市計画部都市デザイン室) : 水の都整備構想, 1989
- 4) 広島市(都市計画局都市計画部都市デザイン室) : リバーフロント建築物等美観形成協議制度, 1989
- 5) 広島県(林務部緑景観室) : ふるさと広島の景観の保全と創造に関する条例, 1992
- 6) 広島市(都市計画局都市計画部都市デザイン室) : 原爆ドーム及び平和記念公園周辺建築物等美観形成要綱, 1995
- 7) 土木学会編 : 水辺の景観設計, 技法堂出版, pp.2-32, 1991
- 8) 島谷幸宏 : 河川風景デザイン, 山海堂, pp.16-52, 1994
- 9) 近藤恒夫 : 景観色彩学—醜彩から美観へ—, 理工図書, pp.26-31, 1986
- 10) 原田公治 : 河川景観評価に関する景観工学的研究, 平成7年度広島大学卒業論文, 1996
- 11) 長町三生 : 感性工学, pp.21-84, 海文堂, 1989
- 12) 長町三生 : 快適科学—人間側からみた商品づくりへ—, pp.1-18, 海文堂, 1992
- 13) 久米 弘, 高梨一彦 : 実務的SPSSによる多変量解析法, 高文堂出版社, pp.139-171, 1993
(平成9年4月15日受付)

UASB法による硫酸塩含有廃水処理特性と微生物代謝活性への硫化物の影響

(環境都市工学科) 山口隆司, 市坪 誠, 竹村和夫
(長岡技術科学大学) 原田秀樹
(高知工業高等専門学校) 山崎慎一

Effects of Sulfide on Performance of UASB Reactors Treating Sulfate-Containing Wastewater and Bacterial Metabolic Activities

(Department of Civil Engineering) Takashi YAMAGUCHI, Makoto ICHITSUBO,
and Kazuo TAKEMURA
(Nagaoka University of Technology) Hideki HARADA
(Kochi National College of Technology) Shinichi YAMAZAKI

Abstract

Effects of sulfide concentration on performance of UASB reactors and bacterial metabolic activity was investigated using two reactors. Two UASB reactors was fed with 2000 mgCOD · l⁻¹ of sugar-VFAs mixed synthetic wastewater containing the same organic carbon sources, but fed with different levels of sulfate, i.e., 1000 mgSO₄²⁻⁻S · l⁻¹ (referred to as R1) and 33 mgSO₄²⁻⁻S · l⁻¹ (R2). Effect of hydrogen sulfide concentration on the activities of sulfate-reducing bacteria (SRB), methane-producing bacteria (MPB), and propionate degrading bacteria (PDB) were estimated by a vial-test using sludge consortia grown in R1 reactor and R2 reactor.

Bacterial metabolic activities was estimated in hydrogen-sulfide inhibitory order as follows: acetoclastic MPB, hydrogenotrophic MPB, acetoclastic SRB, and hydrogenotrophic SRB. As for R1 reactor, hydrogenotrophic sulfate reduction was enhanced, though methane production was completely inhibited under 107 ± 69 mgH₂S · S · l⁻¹ of produced sulfide. The COD removal efficiency was made to be 33.7 ± 12.6% due to the acetate accumulation. After eight months, R1 reactor was equipped with a sulfide stripping device, in order to alleviate inhibitory effect of sulfide on microbial activity. Then, a COD removal efficiency was gradually increased up to 80% during acetoclastic SRB grown as a acetate consumer. In other hand, R2 reactor vigorously produced methane under 5.4 ± 3.4 mgH₂S · S · l⁻¹ of sulfide, allowed a volumetric organic loading of 26 kgCOD · m⁻³ · d⁻¹, with COD removal efficiency of 80-90%.

Key Words: anaerobic digestion, bacterial metabolic activity, sulfate-reducing bacteria, sulfide, UASB reactor
嫌気性消化, 微生物代謝活性, 硫酸塩還元細菌, 硫化物, UASB反応器

§ 1 はじめに

嫌気性廃水処理法は、好気性処理法と比べて処理プロセスへの投入エネルギーが少ないことをはじめとする優れた点を有する創・省エネルギー型の廃水処理法である。

嫌気性廃水処理法のひとつにUASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 法がある。UASB法とは、付着担体等を使用せず、嫌気性微生物の持つ自己固定化作用を利用して、汚泥をグラニュール状に増殖させ、その結果反応槽内への微生物の高濃度保持を実現し、廃水の高濃度処理を可能にする廃水処理技術である。UASB法は、高速・高効率の反応器処理運転が可能であることから、食品廃水や紙・パルプ廃水等の処理分野で普及してきている¹⁾。

一方、近年、各種化合物の分解や、酢酸への分解段階等に硫酸塩還元細菌 (Sulfate-reducing bacteria, SRB) が寄与することが明らかになってきていることから、廃水処理槽

におけるSRBの関与についての知見も得られつつある。硫酸塩を含有した廃水処理においては、硫酸塩還元の結果生成される硫化物がメタン生成を阻害すること、あるいは反応器保持汚泥の活性を低下させることが報告されている²⁻⁵⁾。しかしながら、これまでUASB法による廃水処理特性と微生物代謝活性への硫化物の影響に関する知見は少ない状況にある。

そこで本報では、硫化物がUASB反応器廃水処理特性と微生物代謝活性とに与える影響について評価を行った。実験では2基のUASB型反応器を用い、それぞれ、高濃度、低濃度硫酸塩含有糖系廃水を供給して廃水処理特性を評価した。また、バイアル試験で、酢酸、水素、プロピオン酸をテスト基質として、SRB、メタン生成細菌 (Methane-producing bacteria, MPB)、及びプロピオン酸分解細菌 (Propionate-degrading bacteria, PDB) の基質分解活性に対する硫化物の影響を評価した。

§ 2 実験装置・方法

2.1 UASB反応器

Fig. 1 に実験に用いたUASB反応器の概要を示す。全反応器容積は14.5 l (G S S 部分は1.26 l) であり、容積負荷、HRT は全反応器基準とした。同一形状の2基の反応器を35°C恒温室に設置した。

Table 1 に反応器運転条件を示す (以下、硫酸塩 1000 mgSO₄²⁻-S·l⁻¹ の反応器を R 1, 33 mgSO₄²⁻-S·l⁻¹ の反応器を R 2 と呼ぶ)。供給基質は、Table 1 の基質構成物に、以下の微量元素(単位: mg·l⁻¹)を添加して構成した; NH₄Cl, 500 (R 2 のみ); MgCl₂·6H₂O, 400; KCl, 300; KH₂PO₄, 200; CaCl₂·2H₂O, 150; FeCl₂·4H₂O, 5.0; MnCl₂·2H₂O, 0.50; CoCl₂·6H₂O, 0.17; ZnCl₂, 0.07; H₃BO₃, 0.06; NiCl₂·6H₂O, 0.04; CuCl₂·2H₂O, 0.027; Na₂MoO₄·2H₂O, 0.025。

R 1 (sulfate rich) には、硫酸塩還元反応の結果生じる硫化物が保持汚泥活性を低下させることを軽減するために、流出液を不活性ガスで曝気脱硫する脱硫装置を運転経過 238日目に装着した (Fig. 1 中のNo.9, 10, 11, 12で構成した。脱硫カラム (No.9)は、不活性ガスでカラム単位容積当たり 20~5 l-gas·l-column⁻¹·min⁻¹の範囲でページした。硫化水素捕捉カラム (No.10)には酸化鉄ペレット(日産ガードラー触媒, N-IDS)を充填した)。脱硫液の反応器への返送比は、基質流入流量に対して 2 とした。

種汚泥には、長岡市下水処理場の中温消化汚泥を自然沈降濃縮したもの (14 gVSS·l⁻¹, VSS/SS比 = 0.5) を反応器当たり約 10 liter 用いた。

COD容積負荷は、COD除去率約 80 %以上を保つようにしながら HRT を短縮させることにより上昇させた。実験期間中、pH制御は 1000 ~ 2000 mg·l⁻¹の NaHCO₃ の添加操作で行った。

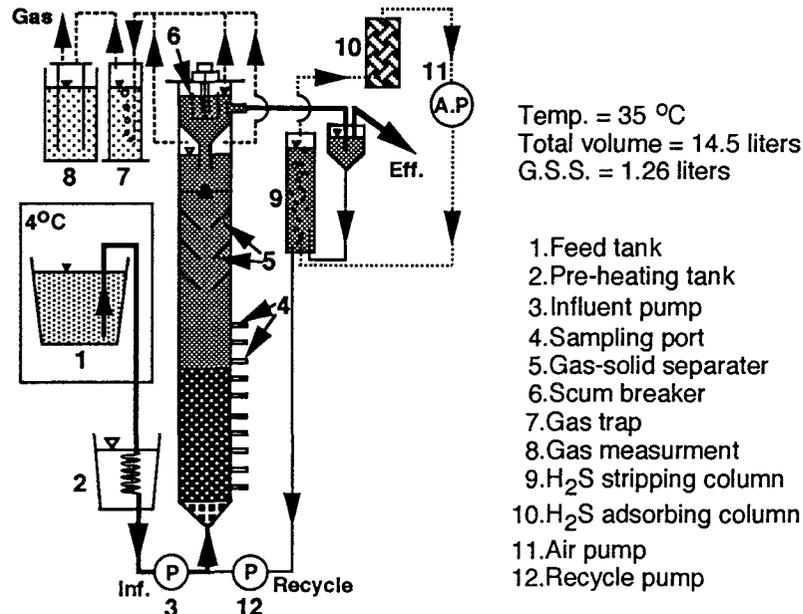


Fig.1 Schematic Diagram of the UASB reactor.

Table 1 Operating condition of R1 reactor and R2 reactor.

UASB reactor	R1	R2
Sulfate conc. (mgSO ₄ ²⁻ -S·l ⁻¹) a)	1000	33
Composition of carbon source (feeding period, day)	Com-A ^{b)} (1st-237th)	Com-A (1st-301st)
	Com-B ^{c)} (after 237th)	Com-B (after 301st)

a) Sulfate was composed of Na₂SO₄ for R1, of Na₂SO₄ (mgS·l⁻¹:338), (NH₄)₂SO₄ (387), and K₂SO₄ (275) for R2.

b) Composition-A: sucrose:peptone = 90:10. c) Composition-B: sucrose:propionate:acetate:peptone = 45:22.5:22.5:10. COD concentration : 2000mg·l⁻¹; Temperature: 35°C.

2.2 活性評価試験

培養汚泥を供試汚泥として、メタン生成活性 (Methane-producing activity, MPA), 硫酸塩還元活性 (Sulfate-reducing activity, SRA), プロピオン酸分解活性 (Propionate-degrading activity, PDA) に対する硫化水素濃度の影響を評価した。いずれもCOD換算として, $\text{gCOD} \cdot \text{gVSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 単位で求めた。また, 高濃度硫酸塩系のR1の酢酸・水素資化性SRAは, 培養汚泥のMPAが低いことから, 酢酸・水素分解活性をSRAとして評価した。

嫌気条件下で, 汚泥を活性実験用培地 (リン酸緩衝液, 無機塩, 酸化還元指示薬等を含む) 内で分散処理し, バイアル瓶に分注する。硫化ナトリウムを用いてバイアル毎に異なる硫化物濃度を与え, バイアル液相のpHを7.0に調整する。バイアル瓶をロータリー・シェーカー (回転半径5 cm, 120rpm, 35°C) に装着する。経時的にガス量, ガス組成, 炭素源, 硫酸塩濃度を測定して活性を求

める (詳細: 山口らの方法⁶⁾)。

2.3 分析方法

分析方法は以下の通り: ガス組成 (ガスクロマトグラフ, TCD, Unibeads-C, 60/80, Col. Temp. 145°C, Carrier press 1.60 $\text{kgf} \cdot \text{cm}^{-2}$ Ar), 揮発性脂肪酸 (ガスクロマトグラフ, FID, Themon3000, 5%, 60/80, Col. Temp. 130°C, Carrier press 0.75 $\text{kgf} \cdot \text{cm}^{-2}$ N_2), 硫酸塩 (イオンクロマトグラフ, CDD, Shimpack-A1, Col. Temp. 40°C, Movil phase: Potassium hydrogen phthalate 2.5mM)。その他の分析法は, 下水試験方法⁷⁾ によった。

§3 実験結果・考察

3.1 反応器運転結果

Fig. 2 と Fig. 3 は, それぞれ, R1 と R2 の反

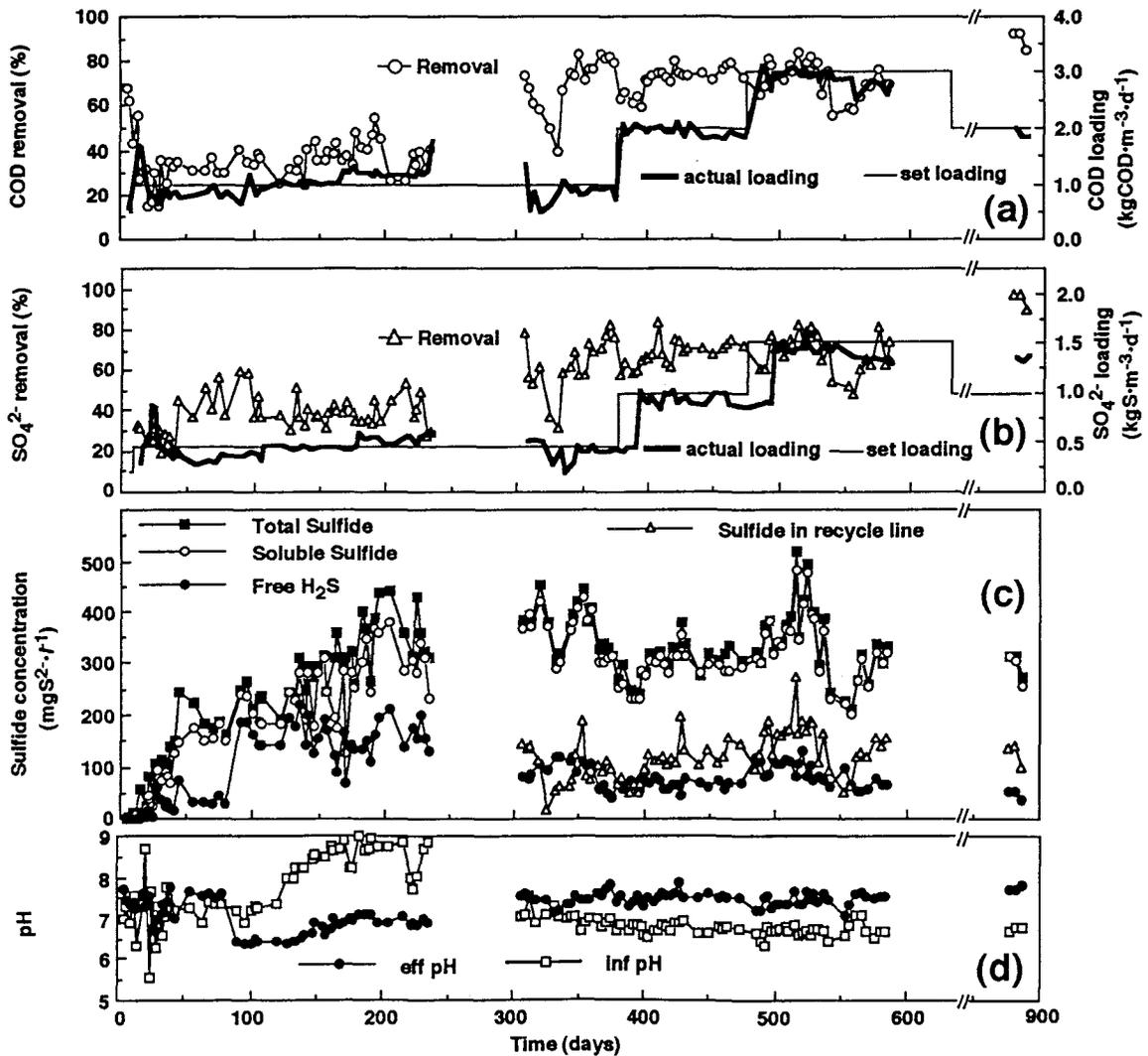


Fig. 2 Performance of R1 ($2000 \text{ mgCOD} \cdot \text{l}^{-1}$, $1000 \text{ mgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$)

- (a) COD removal efficiency and volumetric COD loading rate.
- (b) Sulfate removal efficiency and volumetric sulfate loading rate.
- (c) Sulfur compounds in the reactor.
- (d) Change of pH.

応器運転結果を示す：(a) COD容積負荷と除去率；(b) 硫酸塩容積負荷と除去率；(c) 流出液中の硫黄形態；(d) 流入・流出水のpH。また、Table 2とTable 3に、それぞれ、R1とR2の運転におけるCODと硫黄の物質収支を示す；COD物質収支：流出SS量，流出溶解性COD量，流出溶解性メタン量，ガス体メタン量，硫酸塩還元によるCOD除去量；硫黄物質収支：流出硫酸塩量，流出溶解性硫化物量，流出固形性硫化物量，硫化水素ガス量。

R1の運転は、COD容積負荷 $1.0 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (硫酸塩負荷は $0.5 \text{ kgS} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$) に設定して開始した。R1の生成ガスに占めるメタンガスの割合は、実験開始時で約60%であったが、50日目にはゼロとなり、MPBが完全に駆逐された。50日以降メタン生成は回復せず、メタン生成によるCOD除去は運転期間を通して無視できるレベルであった。メタン生成が阻害されたR1でのCOD除去は、硫酸

塩還元によってのみ遂行されるものとなった。このため、反応器の許容COD処理速度は硫酸塩還元律速となり、COD除去率の変遷は硫酸塩除去率と対応するものとなった。

一般に高濃度硫酸塩含有廃水処理プロセスにおいて、メタン生成が抑制される原因としては、(1) SRBとMPBとの基質競合、(2) 硫酸塩還元反応により生成する硫化物によるMPBの生育阻害、が報告されている⁴⁾。本実験でメタン生成が阻害された原因は、メタン生成が停止された期間が50日と短期間であったことから(2)の硫化物阻害が主であると考えられる。

COD除去率は、234日目までの期間で $33.7 \pm 12.6\%$ (平均±標準偏差) と低レベルであった。この期間では、流出水の全硫化物濃度が $229 \pm 114 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ 、硫化水素濃度が $107 \pm 69 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ に達し、反応槽内の硫化物レベルが保持汚泥の活性発現のために過負荷であった。

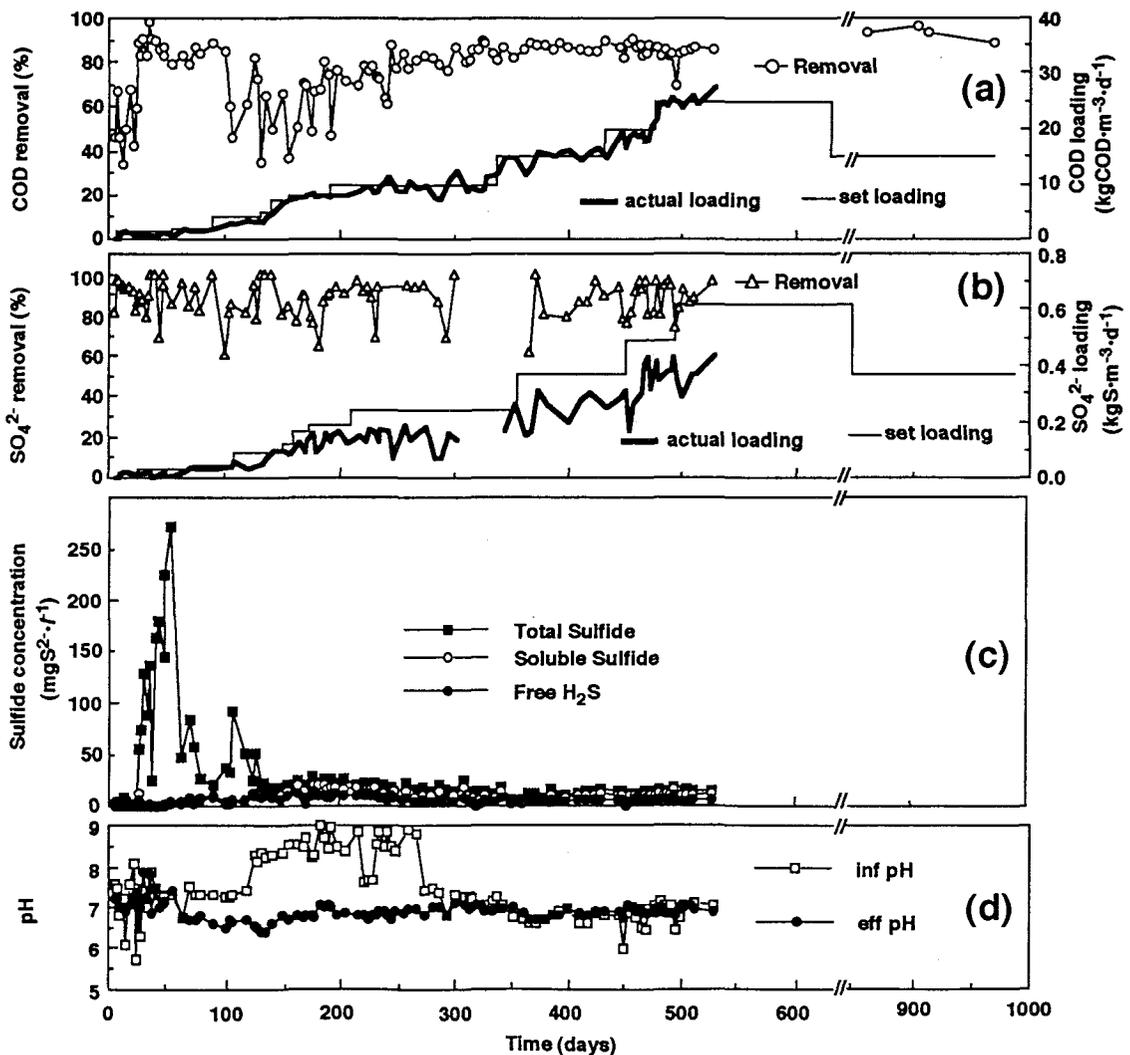


Fig. 3 Performance of R2 ($2000 \text{ mgCOD} \cdot \ell^{-1}$, $33 \text{ mgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$)

- (a) COD removal efficiency and volumetric COD loading rate.
 (b) Sulfate removal efficiency and volumetric sulfate loading rate.
 (c) Sulfur compounds in the reactor.
 (d) Change of pH.

硫化物負荷の軽減によってCOD除去率の上昇を図るために、R1には運転238日目に脱硫装置を付加した。脱硫装置付加から375日目では槽内のpHが約7.5にまで上昇し、流出水の硫化水素濃度は $90 \pm 24 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ にまで低減した。その結果、COD除去率は $77.0 \pm 4.8\%$ (335~375日目)まで上昇した。このことから脱硫装置による硫化物負荷低減は、UASB型反応器の良好な運転を行うために有効であることがわかった。

COD容積負荷はHRTの短縮により制御した。COD容積負荷は、段階的に $2.94 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (486~584日目)まで増加させた。対応して硫酸塩容積負荷は $1.4 \text{ kgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ まで増加した。この容積負荷では、それぞれ、COD除去率 $69.3 \pm 8.9\%$ 、硫酸塩除去率 $68.9 \pm 9.1\%$ を達成したが、実験期間中保持汚泥のグラニュレーションは観察され

なかった。また、流出硫化水素濃度は、 $46.2 \pm 7.7 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ というレベルであった。

Fig. 3は、R2の運転結果を示す。R2では健全なグラニュレーションが進行し、COD容積負荷 $25.5 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ で、COD除去率80%程度の高負荷処理を安定して許容した。対応する硫酸塩容積負荷は $0.37 \text{ kgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ まで増加した。メタン転換率は運転期間を通して70~80%であり、メタン生成の卓越した保持汚泥となった。流出全硫化物濃度は、運転150日程度までは、数十~250 $\text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ 程度と高かった。これは、HRT短縮によるSSの流出に起因する硫化物成分と考えられる。R2運転における流出硫化水素濃度は、 $5.4 \pm 3.4 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \ell^{-1}$ という低レベルであった。

Table 2 COD mass-balance of R1 reactor and R2 reactor.

Reactor	Operating period (day)	COD Loading rate ^{a)} $\text{kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$	eff-SS ^{b)} (%)	eff-sol ^{c)} (%)	CH ₄ aq ^{d)} (%)	CH ₄ gas ^{e)} (%)	SO ₄ ²⁻ red ^{f)} (%)	Recovery (%)
R1 (SO ₄ ²⁻ rich)	0 - 234	0.99	17 ± 10	50 ± 14	0 ± 0	0 ± 0	34 ± 12	101
	302 - 375	0.89	4 ± 6	26 ± 9	0 ± 0	0 ± 0	62 ± 16	92
	379 - 474	2.00	4 ± 2	25 ± 6	0 ± 0	0 ± 0	67 ± 6	96
	486 - 584	2.94	5 ± 2	23 ± 7	0 ± 0	0 ± 0	69 ± 9	97
	878 - 887	1.94	3 ± 1	8 ± 3	0 ± 0	0 ± 0	97 ± 4	108
R2 (SO ₄ ²⁻ poor)	5 - 54	1.3	14 ± 14	13 ± 9	2 ± 0	69 ± 15	3 ± 1	101
	63 - 234	6.0	36 ± 41	10 ± 4	2 ± 0	75 ± 9	3 ± 1	126
	238 - 431	12.1	11 ± 6	6 ± 2	3 ± 0	78 ± 10	2 ± 2	100
	445 - 475	19.4	8 ± 2	5 ± 1	3 ± 0	69 ± 5	3 ± 1	88
	478 - 527	25.5	10 ± 4	6 ± 1	3 ± 0	66 ± 4	3 ± 1	88

^{a)} COD loading rate = $\text{kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$; ^{b)} eff-SS = COD of suspended solid in the effluent; ^{c)} eff-sol = soluble COD in the effluent; ^{d)} CH₄ aq = dissolved CH₄-COD in the effluent; ^{e)} CH₄ gas = recovered CH₄-COD in gas phase; ^{f)} SO₄²⁻ red = COD reduced by sulfate reduction.

Table 3 Sulfur mass-balance of R1 reactor and R2 reactor.

Reactor	Operating period (day)	S Loading rate ^{a)} $\text{kgS} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$	eff-SO ₄ ²⁻ ^{b)} (%)	eff-sol sulfide ^{c)} (%)	eff-metataric sulfide ^{d)} (%)	H ₂ S-gas ^{e)} (%)	Recovery (%)
R1 (SO ₄ ²⁻ rich)	0 - 234	0.46	64 ± 9	17 ± 8	4 ± 5	17 ± 8	102
	302 - 375	0.41	37 ± 14	35 ± 4	1 ± 1	14 ± 3	87
	379 - 474	0.88	32 ± 6	29 ± 4	1 ± 1	35 ± 4	97
	486 - 584	1.38	31 ± 9	33 ± 7	1 ± 1	53 ± 10	118
	878 - 887	1.37	6 ± 3	29 ± 2	1 ± 1	52 ± 6	88
R2 (SO ₄ ²⁻ poor)	5 - 54	0.020	10 ± 8	4 ± 7	267 ± 341	4 ± 8	285
	63 - 234	0.099	14 ± 10	34 ± 16	44 ± 49	36 ± 17	128
	238 - 431	0.19	8 ± 11	34 ± 20	14 ± 8	33 ± 19	89
	445 - 475	0.30	14 ± 8	24 ± 8	13 ± 8	18 ± 7	69
	478 - 527	0.37	11 ± 7	35 ± 7	12 ± 4	28 ± 6	86

^{a)} Sulfur loading rate = $\text{kgS} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$; ^{b)} eff-SO₄²⁻ = sulfate in the effluent; ^{c)} eff-sol sulfide = soluble sulfide in the effluent; ^{d)} eff-metataric sulfide = metataric sulfide in the effluent; ^{e)} H₂S-gas = (hydrogen sulfide in gas phase) plus (stripped sulfide in H₂S adsorbing column).

3.2 保持汚泥のメタン生成活性と硫酸塩還元活性

Table 4 は, R1 と R2 の MPA と SRA を評価した結果を示す。活性試験における培地の全硫化物濃度は $33 \text{ mgS}^{2-} \cdot \ell^{-1}$ (pH7.0) に調製した。

R1 (sulfate rich) では, 水素・酢酸資化性 MPB が駆逐されたことが分かる。一方, 酢酸資化性 SRB は増殖し, 有機物の完全分解を行っていたことが分かる。一般に, 水素資化性 SRA は, 酢酸資化性 SRA よりも高い傾向にあるが (3,6),

R1 ではそれらは同程度であった。水素資化性 SRA がプロピオン酸資化性 SRA と比較して低いレベルとなった原因は, 流入基質を SRB が酸化するために, 流入基質の中間体としての水素が反応槽内に生成されないことが考えられる。

R2 (sulfate poor) では MPB が優勢であった。また, 水素, プロピオン酸分解過程における SRB のポテンシャルも存在した。酢酸資化性 SRB の活性はゼロであり, 増殖は認められなかった。

Table 4 Methane-producing and sulfate-reducing activities based on $\text{gCOD} \cdot \text{gVSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ for Seeding sludge, R1 sludge (sulfate rich), and R2 sludge (sulfate poor).

UASB reactor	Methane-producing activity		Sulfate-reducing activity as COD equilibrium		
	acetate	H_2/CO_2	acetate ^{a)}	H_2/CO_2 ^{b)}	propionate
Seeding sludge	0.043	0.145	0.0025	0.14	0.031
R1 (day 861)	0.14 ± 0.01 c)	0.00 ± 0.00	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.00	1.52 ± 0.03
R2 (day 751)	2.74 ± 0.08	2.16 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.33 ± 0.00	0.44 ± 0.04

a) acetate-degrading activity estimated by sulfate reduction. b) hydrogen-degrading activity estimated by sulfate reduction. c) average \pm range

3.3 UASB反応器のCOD除去率とCOD・硫酸塩利用速度の関係

Table 5 にUASB反応器による硫酸塩含有廃水処理特性を, COD容積負荷・除去率, 硫酸塩容積負荷・除去率について示す。また, Fig. 4 に, 既報

のUASB反応器のCOD除去率とCOD・硫酸塩利用速度の関係を示す。COD・硫酸塩利用速度は, Table 5 を基にして, それぞれCODと硫酸塩に関する容積負荷と除去率の積として求めた。R1 は最終的にCOD除去率 90%を保持しつつ, 硫酸塩利用速度

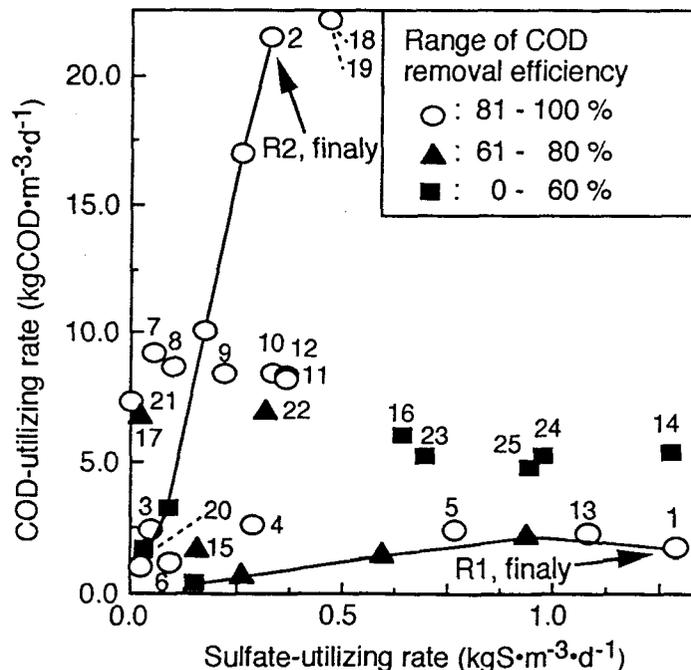


Fig.4 Relationship between COD-utilizing rate and sulfate-utilizing rate estimated by this study and published letaratures in Table 5. The numbers in this figure correspond to the number in Table 5. Two lines indicate changes of the magnitude in reactor operation of R1 and R2.

1.3 kgSO₄²⁻-S·m⁻³·d⁻¹ を達成した。既報の反応器と比較して R1 は、高濃度硫酸塩含有廃水の分解を許容できる反応器であったことがわかる。また、

R2 は、最終的にCOD利用速度が 21 kgCOD·m⁻³·d⁻¹ に達し、比較的高速の運転が可能であったことがいえる。COD除去率 84 %を保ちながら、硫酸塩利用速度も 0.34 kgSO₄²⁻-S·m⁻³·d⁻¹ にまで上昇した。反応器のCOD除去率に対する硫黄種の影響因子としては、(1)反応槽内の硫化水素濃度、(2)基質の硫酸塩/COD比、(3)硫酸塩容積負荷、等があるが、この3者の中で影響度の最も高い因子は、(1)

の硫化水素濃度と考えられる。(2)硫酸塩/COD比の影響度は、R1とR2の結果のように、保持汚泥の菌叢が基質の硫酸塩/COD比に馴致されることで低くなる。(3)硫酸塩容積負荷自体の影響は、反応器の運転においては問題にはならないと思われる。珠坪らは、高温(55°C)UASB反応器を用いて、COD容積負荷 45 kgCOD·m⁻³·d⁻¹、硫酸塩容積負荷 0.76 kgSO₄²⁻-S·m⁻³·d⁻¹、COD除去率 90 %を達成している⁸⁾。

以下本報では、硫化水素濃度が反応器運転と微生物代謝活性に与える影響について検討した。

Table 5 Performance of UASB reactors treating sulfate-contained wastewater.

No.	Temp. (°C)	wastewater	Substrate conc.		COD		Sulfate		Reference ^{e)}
			COD (mg·l ⁻¹)	Sulfate (mg·l ⁻¹)	Loading (kgCOD·m ⁻³ ·d ⁻¹)	Removal (%)	Loading (kgS·m ⁻³ ·d ⁻¹)	Removal (%)	
1 ^{a)}	35	suc, pr, ac, pep ^{b)}	2000	3000	1.94	90	1.37	94	This study
2	35	suc, pr, ac, pep ^{b)}	2000	100	25.5	84	0.373	92	
3	25	sucrose, starch	500	30	3.0	82	0.060	82	Harada <i>et al.</i>
4	25	sucrose, starch	500	150	3.0	86	0.30	95	
5	25	sucrose, starch	500	600	3.0	81	1.2	64	
6	25	sucrose, cellulose	500	100	1.5	80	0.1	90	Fukuhaara <i>et al.</i>
7	30	glucose	5500	100	9.2	100	0.057	91	Sam-soon <i>et al.</i>
8	30	glucose	5500	200	9.2	91	0.11	90	
9	30	glucose	5500	400	9.2	92	0.22	98	
10	30	glucose	5500	1000	9.2	92	0.56	59	
11	30	glucose	5500	3000	9.2	90	1.7	22	
12	30	glucose	5500	5000	9.2	91	2.8	13	
13	25	sucrose, starch	500	600	3.0	85	1.2	90	Kaiya <i>et al.</i>
14 ^{a)}	35	powdered whey	4500 - 17000	1900-9000 [5050] ^{c)}	4.0 - 20 [12]	40-50 [45]	0.63-3.0 [1.8]	70	Hilton <i>et al.</i>
15	36	beech pulp	6000 - 6500	1974-1890 [1932]	2.32	75	0.14-0.18 [0.16]	95 - 97	Zhou <i>et al.</i>
16	30	sucrose	3000	600	10	50-70 [60]	0.67	95 - 99	Mendez <i>et al.</i>
17	30	sucrose	3000	30	10	70	0.033	95 - 99	
18	35	paper plant	2500 - 6700	150 - 750 [250]	26	85	0.47	100	Russo <i>et al.</i>
19	25	paper plant	2500 - 6700	150 - 750 [250]	26	85	0.47	100	
20	30	propionate	3000 - 10000	10000	5	30	1.7	20-30	Rinzema <i>et al.</i>
21	30	municipal	6100	0	8.6	85	nd ^{d)}	nd ^{d)}	A.Mulder
22	30	municipal	6100	1000	8.6	78	0.47	60 - 90	
23	30	municipal	6100	2000	8.6	60	0.93	70 - 80	
24	30	municipal	6100	3000	8.6	60	1.4	60 - 80	
25	30	municipal	6100	5000	8.6	55	2.4	30 - 50	

^{a)} reactor with a recycle line decreasing volumetric COD and sulfate loading rate. ^{b)} see substrate composition in Table 1.

^{c)} The value in the blankets made to draw Figure 4.

^{d)} not determined.

^{e)} Reference; ◇Harada, *et al.*, 1994, *Wat. Res.*, 28, 355-367; ◇Fukuhaara, *et al.*, 1992, *Proceeding of 47th Annual Meeting in Japan Society of Civil Engineerings*, 782-783; ◇Sam-soon, *et al.*, 1991, *Water S.A.*, 17, 47-56; ◇Kaiya, *et al.*, 1990, *Proceeding of 24th Annual Meeting in Japan Society on Water Environment*, 253-254; ◇Hilton, *et al.*, 41st Purdue University Industrial Waste Conference Proceedings, 156-166; ◇Zhou, *et al.*, 1991, *Wat. Sci.Tech.*, 24, 123-132; ◇Mendez, *et al.*, 1989, *Environ. Tech. Lett.*, 10, 83-90.; ◇Russo, *et al.*, 1989, *Wat. Sci.Tech.*, 21, 121-132; ◇Rinzema *et al.*, 1988, *Environ. Tech. Lett.*, 9, 83-88; ◇Mulder, 1984, *Innovation in Biothechnology*, ed.Houwink *et al.*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 133-143.

3.4 硫化物濃度とCOD除去率の関係

Fig.5 は、R1とR2の運転における硫化水素濃度とCOD除去率の関係を示す。硫化水素濃度が高いとCOD除去率は低くなった。硫酸塩還元の卓越したR1の運転開始から234日目における硫化水素濃度は 107±69 mgH₂S-S·ℓ⁻¹ であり、COD除

去率は 33.7±12.6%と低レベルであった。しかし、脱硫装置附加(238日目)以降では硫化物負荷が低減してCOD除去率は最終的に90%にまで上昇した。また、メタン発酵の卓越したR2では運転期間を通して硫化水素濃度 5.4±3.4 mgH₂S-S·ℓ⁻¹ で、COD除去率 80%であった。

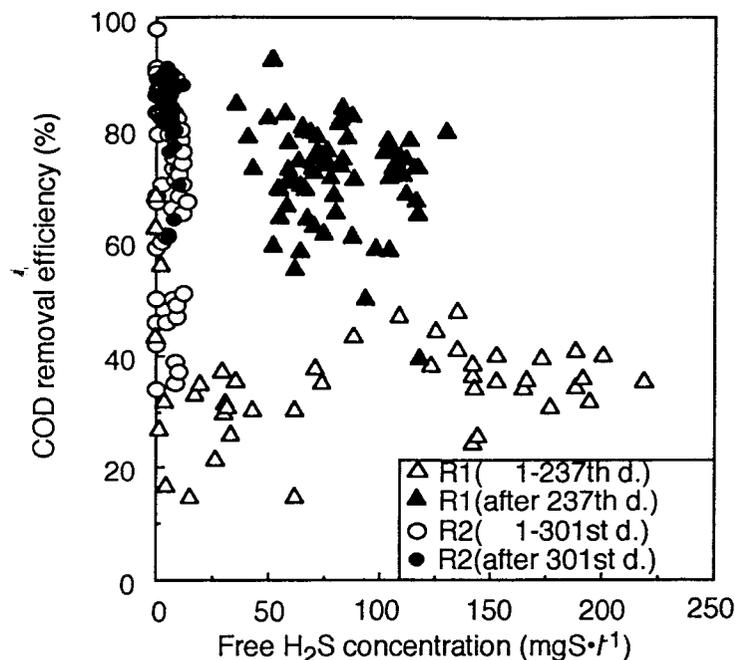


Fig. 5 Relationship between hydrogen sulfide in the liquid and COD removal efficiency for R1 (Sulfate rich) and R2 (Sulfate poor).

3.5 微生物の代謝活性に対する硫化物濃度の影響

Fig. 6 に、酢酸、水素、プロピオン酸分解過程における硫酸塩還元活性 (SRA) に対する硫化水素濃度の影響を、培養 658 日目と 773 日目の R 1 (sulfate rich) 汚泥を供試汚泥に用いて評価した結果を示す (活性比率は、硫化水素濃度が最も低い条件で試験を行った活性値をコントロール (100%) として求めた)。Fig. 6-B から、活性比率と硫化水素濃度の関係は培養日数の影響を受けていないことがいえる。いずれのテスト基質に対する SRA も硫化水素濃度の増大により一様に阻害された。硫化水素耐性は、水素、酢酸、プロピオン酸の順で低くなり、50% の SRA となる硫化水素は、それぞれ、380, 270, 140 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ 程度であった。特に、プロピオン酸分解 SRA は、硫化水素濃度 500 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ で完全に阻害された。硫化物濃度の増大によって SRB の代謝活性が一様に低下することは、硫化物が SRB の代謝産物であるためと考えられる。

Fig. 7 に、酢酸・水素資化性メタン生成活性 (MPA) とプロピオン酸分解活性 (PDA) に対する硫化水素濃度の影響を、培養 658 日目と 814 日目の R 2 (sulfate poor) 汚泥を供試汚泥に用いて評価した結果を示す。Fig. 7-B から、活性比率と硫化水素濃度の関係は培養日数の影響を受けずに評価できたといえる。酢酸と水素基質に対する MPA は、硫化水素の増大により、一様に低下した。硫化水素

に対する耐性は、水素資化性 MPB が酢酸資化性 MPB より高く、それぞれ、50% MPA となる硫化水素濃度は、220, 160 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ 程度であった。一方、水素生産性酢酸生成細菌と MPB の共生系による PDA は、硫化水素に対して、80 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ で最大ピーク (コントロールの 1.7~2.3 倍) となり、300 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ まではコントロールの 1.3~1.1 倍のレベルを維持した。PDA が、80 $\text{mgH}_2\text{S}\cdot\text{S}\cdot\ell^{-1}$ から低下した原因には、(1) 水素生産性酢酸生成細菌が硫化物により阻害されたことと、(2) 水素生産性酢酸生成細菌の共生細菌である水素資化性 MPB の活性が硫化水素により阻害されたことが挙げられる (水素生産性酢酸生成細菌による脂肪酸分解活性に対する硫化物の影響については既報²⁾で述べた)。

以上、バイアル活性試験の結果から、硫化水素の阻害度は、高い順に酢酸資化性 MPB、水素資化性 MPB、酢酸資化性 SRB、水素資化性 SRB となった。また、硫酸塩含有廃水処理槽では、水素基質については SRB が MPB よりも優勢に、酢酸基質については MPB が SRB よりも優勢になることが報告されている。しかし、本実験 R 1 のような高濃度硫酸塩含有廃水処理槽では、硫酸塩還元の結果生じる硫化物 (硫化水素濃度) の影響によって酢酸資化性 MPB の増殖は阻害され、酢酸資化性 SRB が増殖して酢酸分解に寄与する生態系となることがわかった。

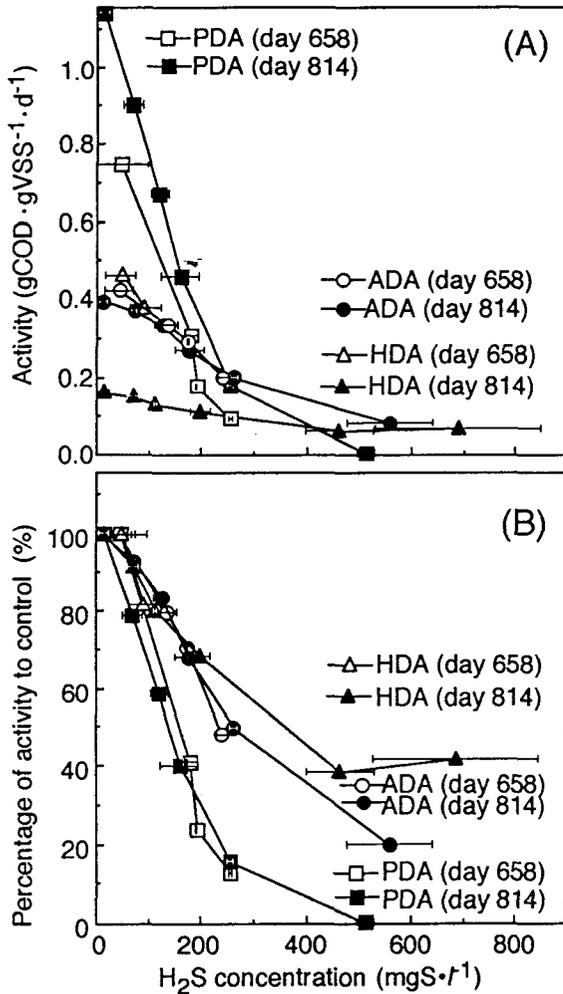


Fig.6 Effect of hydrogen sulfide concentration on degrading-activity of acetate (ADA), hydrogen (HDA) and propionate (PDA) by sulfate-reducing bacteria enriched in R1-UASB reactor (sulfate rich).

(A): Activity, estimated on 658th and 814th day in a reactor operation. The bar indicate range of hydrogen sulfide concentration in each vial-test.

(B): Percentage of activity to the control, estimated under lowest hydrogen sulfide concentration in the vial tests.

§ 4 結論

本研究により以下の知見が得られた。

- (1) R 1 (sulfate rich)では、運転初期に流出硫化水素が $107 \pm 69 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 程度のレベルとなり、メタン生成が完全に阻害されて、硫酸塩還元が卓越した。酢酸資化性 SRB が徐々に増殖して最終的に、流出硫化水素濃度 $46.2 \pm 7.7 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$ のレベルで、COD除去率 90 % を保持しつつ、硫酸塩利用速度 $1.3 \text{ kgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ を達成した。
- (2) R 2 (sulfate poor)では、運転期間を通して硫化水素濃度が $5.4 \pm 3.4 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$ で、メタン生成

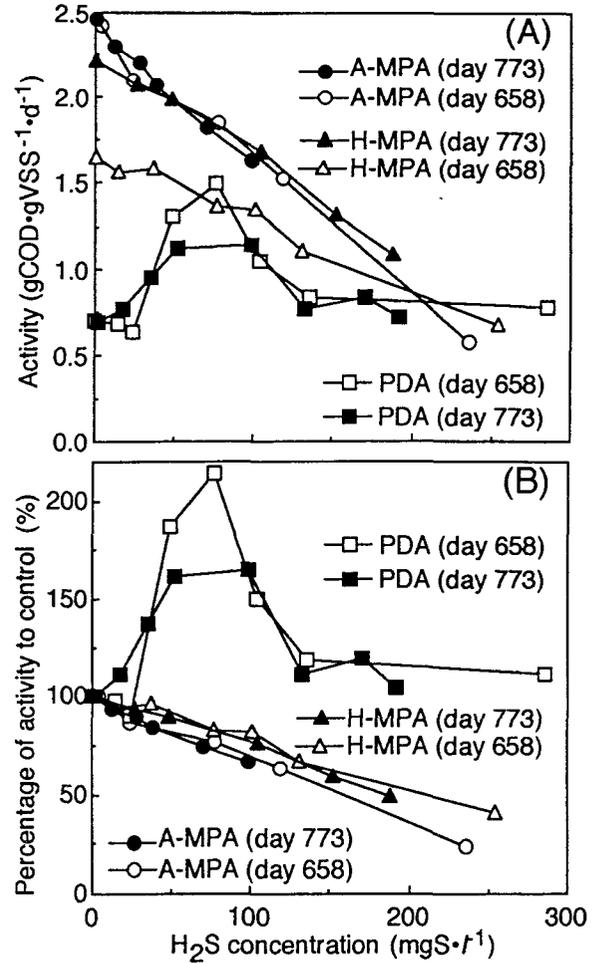


Fig.7 Effect of hydrogen sulfide concentration on methane-producing activity from acetate (A-MPA) and hydrogen (H-MPA), and propionate-degrading activity (PDA) by sludge grown in R2 UASB reactor (sulfate poor).

(A) : Activity. Activities was estimated twice on 658th and 773rd day in a reactor operation.

(B) : Percentage of activity to the control, estimated under lowest hydrogen sulfide concentration in the vial tests.

が卓越した。健全なグラニュレーションが進行し、容積負荷 $25.5 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ で、COD除去率 80 % 程度の高負荷処理を安定して許容した。

- (3) 硫酸塩還元による水素、酢酸、プロピオン酸の分解活性が 50% まで阻害される硫化水素濃度は、それぞれ、380, 270, 140 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。
- (4) 水素、酢酸の分解活性が 50% まで阻害される硫化水素濃度は、それぞれ、220, 160 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。水素生産性酢酸生成細菌によるプロピオン酸分解活性は、硫化水素濃度 300 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ までは阻害されなかった。
- (5) 高濃度硫酸塩含有廃水処理槽では、硫酸塩還元の結果生じる硫化水素の影響によって酢酸資化性

MPBの増殖は阻害され、酢酸資化性 SRB が増殖して酢酸分解に寄与する生態系となった。

参考文献

- 1) Lettinga, G., Holshoff Pol L W (1991) UASB-process design for various type of wastewaters, *Wat. Sci. Tech.*, 24, 87-107.
- 2) 山口隆司, 原田秀樹 (1996) パルミチン酸・プロピオン酸分解過程における硫酸塩還元細菌と水素生産性酢酸生成細菌の活性に及ぼす硫化物の影響, *環境工学研究論文集*, 第33巻, 257-267.
- 3) Harada, H., Uemura, S. and Momonoi, K. (1994) Interaction between sulfate-reducing bacteria and methane-producing bacteria in UASB reactors fed with low strength wastes containing different levels of sulfate, *Wat. Res.*, 28, 355-367.
- 4) Clancy P.B., N. Venkataraman and L.R. Lynd (1992) Biochemical Inhibition of Sulfate Reduction in Batch and Continuous Anaerobic Digesters, *Wat. Sci. Tech.*, 25, 51-60.
- 5) Rinzema A., Lettinga G. (1988) The effect of sulphide on the anaerobic degradation of propionate, *Environ. Technol. Lett.*, 9, 83-88.
- 6) 山口隆司, 原田秀樹, 桃井清至, 曾 怡禎 (1995) 高級脂肪酸の嫌氣的分解過程における硫酸塩還元細菌の生態学的役割, *水環境学会誌*, Vol.18, 499-510.
- 7) 下水試験方法 (1984) 社団法人日本下水道協会
- 8) 珠坪一晃, 原田秀樹, 曾 怡禎, 桃井清至 (1994) 高温 UASB リアクタ原田秀樹, 曾 怡禎, 桃井清至 (1994) 高温 UASB リアクター保持微生物のグラニューール形成過程における構造的特性とメタン生成活性の推移, *環境工学研究論文集*, 31, 57-67.

パソコンによる道路交通騒音の解析

(建築学科) 藤 井 健
(豊橋技術科学大学) 平 岡 信 勝

Analysis of Road Traffic Noise Using Personal Computer

Takeshi FUJII
Nobumasa HIRAOKA

Abstract

As an estimation method of road traffic noise, there is a formula which can predict the medians of noise levels (L_{50}) proposed by the Road Traffic Noise Committee in the Acoustical Society of Japan (ASJ). And this formula has long been used for the traffic noise assessment in Japan, but can not apply to all cases.

There is a new development that the noise standard turns into the equivalent sound level (L_{Aeq}). So ASJ has tried to establish an energy-based method for prediction of road traffic noise.

Then we employed this energy-based prediction method which will be established before long, and we made a highly efficient program for the prediction of L_{Aeq} using personal computers.

In this paper, we report several outlines of this program and show several problems about this method, from the differences between the calculated results of our modified method and those of the original method proposed by ASJ.

Key Words: Personal computer, road traffic noise, L_{Aeq} , prediction

パソコン, 道路交通騒音, L_{Aeq} , 予測

§ 1 はじめに

我が国における道路交通騒音の予測方法としては、騒音レベルの中央値 (L_{50}) を予測する方法、いわゆる昭和50年に発表された音響学会式があり、道路建設の際、環境アセスメントなどに使用されてきた^{1)~3)}。この計算法は簡易的で、かつ高精度であるが適用範囲が極めて限定されており、実際要求される予測範囲が適用範囲外であることも多く、行政的にも騒音基準を等価騒音レベル (L_{Aeq}) で評価するように見直す動きが見られる。そのため日本音響学会 (道路交通騒音調査研究委員会) では、新たに等価騒音レベル (L_{Aeq}) を直接予測量とするエネルギーベースの計算法の開発に取り組んできた^{4)~7)}。

そこで、まもなく確立されるであろうこの評価法を用いて、パソコンにより簡易入力可能な高性能騒音予測プログラムを開発したので、その概要を報告する。本プログラムは、環境アセスメントでの道路交通騒音を予測す

る方法として、現在新たに提案されている次世代に対応し得る評価法、 L_{Aeq} 計算法を用いて、任意の道路形態 (車線数、障壁高さなど)、交通条件の元で、任意点における予測騒音量を視覚 (グラフ) 化することを目的とする。これにより、騒音予測のほか、道路構造別の騒音値の比較、遮音壁高さのトライアル、既存道路に対する新規道路のインパクトの比較など、多様な解析結果を得ることができる。

次に、このプログラムの計算法を一部修正し、既に現在音響学会で提案されている計算式について検証した結果を報告する。

§ 2 プログラム開発の方法と計算手順

1) 開発環境

- N 社製 9821機
- MS-DOS Ver6.0

2) 開発言語

ターボ・パスカル言語 (Borland Turbo_PASCAL 6.0)

3) 計算適用範囲

対象道路: 高架道路, 平坦道路及びそれらの混成型
 交通量(Q): 制限なし。ただし, L₅₀ に換算する場合においては全車線交通量で500台/h以上
 走行速度(V): 制限なし

(実態走行速度は60~120km/h)

予測範囲: 制限なし

(現在, 水平距離=100m, 高さ=12mまで検証されている)

気象条件: 無風で過度の温度差が生じていない状態が好ましいが, 本プログラムでは, 風速 ± 5 m/s まで予測可能

4) 計算手順

文献4) に従って, 道路構造, 交通条件, 予測地点などの各計算条件を設定した後, 音源点を仮想音源と予測地点との鉛直距離の40倍の範囲に離散的に40個以上配置し, 一台の自動車が車線上を走行したときの騒音レベルの時間的変化(ユニットパターン) U(t) を(1)式⁶⁾を使って各音源点に対して求める。

$$U(t) = L_w - 8 - 20 \log_{10} r + \Delta L_d + \Delta L_g + \Delta L_m \dots \dots \dots (1)$$

L_w: 自動車一台当たりの平均パワーレベル
 2車種分類の場合

$$L_w = 65.1 + 20 \log_{10} V + 10 \log_{10} (a_1 + 4.4a_2)$$

3車種分類の場合

$$L_w = 64.7 + 20 \log_{10} V + 10 \log_{10} (b_1 + 1.5b_2 + 4.9b_3)$$

a₁, a₂, b₁, b₂, b₃: 車種別混入率

r: 音源から観測点までの距離 (m)

Δ L_d: 回折効果による補正值 (dB) (式省略)

Δ L_g: 地表面効果による補正值 (dB) (式省略)

Δ L_m: 気象条件による補正值 (dB) (本プログラムでは文献6) の簡易補正值を下記の回帰曲線に直して使用した。但し l は道路端からの距離を示す)

ベクトル風速1(m/s)の時	Δ L _m = -1.6174 + 1.1627 log ₁₀ l
// 2 //	Δ L _m = -3.0395 + 2.1593 log ₁₀ l
// 3 //	Δ L _m = -4.6569 + 3.3219 log ₁₀ l
// 4 //	Δ L _m = -6.0790 + 4.3185 log ₁₀ l
// 5 //	Δ L _m = -6.6103 + 4.9829 log ₁₀ l

L_{Aeq} は(2)式によって得られる⁴⁾。

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\sum_{i=1}^k 10^{U(i)/10} \cdot \Delta t \right) \cdot Q / T \right\} \dots \dots \dots (2)$$

U(i): i 番目の音源点からの音圧レベル

Δt: 微小時間 (s) = D/V (s)

D: 離散音源点間隔 (m)

V: 走行速度 (m/s)

Q: 交通量 (台/h)

T: 3600 (s)

以上の計算を車線ごとに行い, レベル合成値を算出して予測地点における道路全体からの L_{Aeq} を求める。

この手順で計算された L_{Aeq} の値から, (3)式によって従来の評価値 L₅₀ を推定する⁷⁾。

$$L_{50} = L_{Aeq} + aX + b \dots \dots \dots (3)$$

$$X = d/l$$

d: 平均車頭間隔 (m)

l: 仮想音源と予測点との水平距離 (m) で, 以後音源距離と呼ぶことにする。

なお, 係数 a 及び b は実験的に道路構造別に下記とされている。

高架: a = -0.55, b = -1.37

平坦: a = -1.00, b = -1.00

以上のようにして与えられた騒音量を, 測定範囲内すべてに対して行うことによって等音線を表示する。

§ 3 プログラムソフトの特徴と開発視点

以下の点に留意し, プログラムを開発した。

- 1) 誰にでも操作・入力が容易で, 間違えても個別に再入力・再設定できる高い操作性
- 2) 入力データの間違いを見つけだし, 勘違いやケアレス・ミスを防ぐ入力監視システムの搭載
- 3) 環境アセスメントの公聴会や会議などに際しても広く理解でき, 楽しめるビジュアルなカラー画面レイアウト
- 4) 複雑な入力を必要とせず, コンピューターが自動的に断面図を設計し, 各音源距離を設定することができるとともに複雑な道路構造にも対応しうる対応性
- 5) 障壁の高さの違いによる騒音変化を, 高速にビジュアルにトライアルするシミュレート・システムの搭載
- 6) 正確なデータ結果を提供し, アセスメント等に実務で使用できる高い信頼性の実現

§ 4 プログラムの実行と出力結果例

基本的にマウス操作を主体としたウインドウ形式で展開される。左クリックで選択実行を行う。本プログラムは環境影響評価の一端であるから, グラフ (dB 値) の違いを視覚的に比較できるようにするため, 各モードで出力された画像を容易に (ファイル名不要) セーブ・ロードできるようにしている。

このグラフ化に際して, 任意の水平方向の騒音レベルグラフ, 高さ方向の騒音レベルグラフ, コンターライン, グリッド状に騒音の拡がりを見視的に表した3次元グラフの4つのモードを準備した。特に, 3次元グラフに関しては, 見る方向をあらゆる方向から視覚できるように8つのパターンを選んで表示できるようにしている。このことから, 騒音レベルの分布状態を視覚的に捉えるこ

とがより簡単となった。

一般的な実行順序、メニュー画面、入力方法及び計算結果表示画面は以下に示す通りである。

- 1) メニュー画面の条件入力を選択する。
- 2) 図-1に示す道路断面図の条件設定画面に切り替わるので、道路断面図を入力する。
- 3) 画面左側に表示される例を参考にして各設定をし、入力終了後OKボタンを押す。

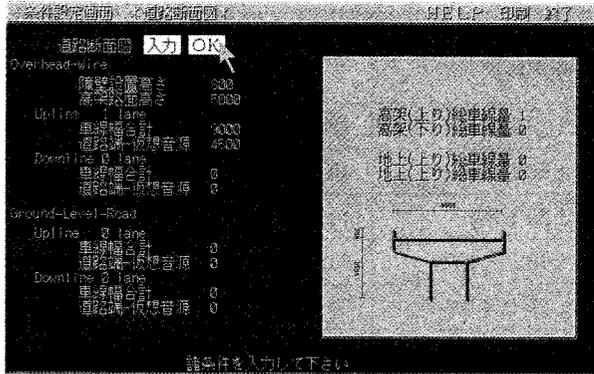


図-1 道路断面設定画面

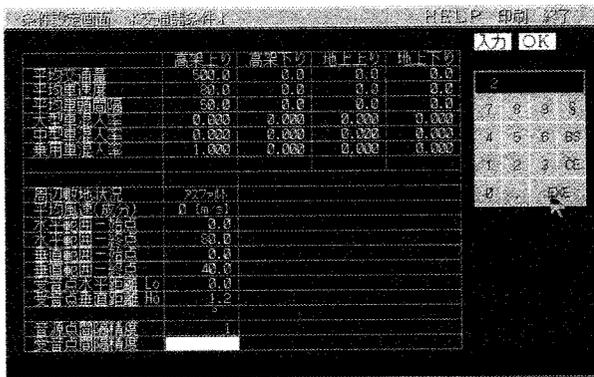


図-2 交通条件設定画面

- 4) 図-2の交通諸条件の条件設定画面に切り替わるので諸条件を入力し、OKボタンを押す。
- 5) メニュー画面に戻るので各グラフモードを選択し、予測結果を図-3の様に表示する。
- 6) また、図-4のように水平方向の騒音レベル、高さ方向の騒音レベル、断面方向のコンターライン、グリッド状3次元グラフの4つのモードも表示できる。
- 7) 必要に応じて表示画像のクイックセーブ・クイックロードを行う。
- 8) 障壁トライアルのシミュレートをするときは、強化機能ボタンを押し、実行したいモードを選択する。ファイル作成ボタンを押し、先に約90枚のスライドファイルを作成する。すでに作成している場合は、モードを選択した後スライド実行ボタンを押す。これによりスライドショーによる高速シミュレーションが始まる。そのスライドファイルの1例を図-5に示した。

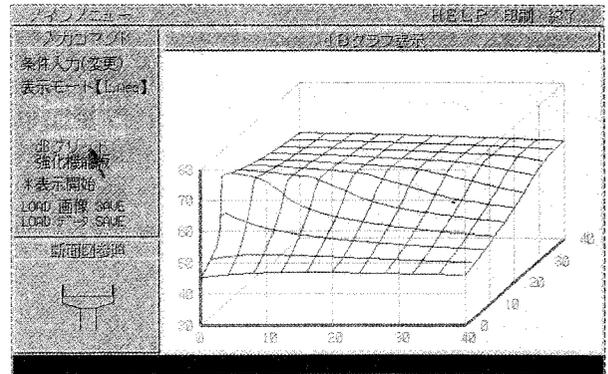
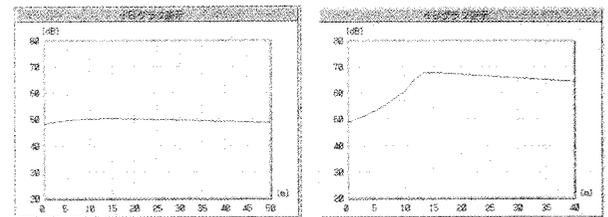
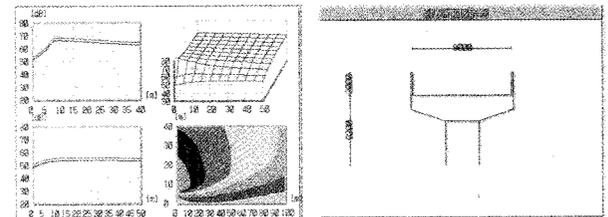


図-3 3次元グリッドグラフ表示結果



水平距離グラフ

垂直距離グラフ



4モード同時画面

道路断面図

図-4 各画面出力結果

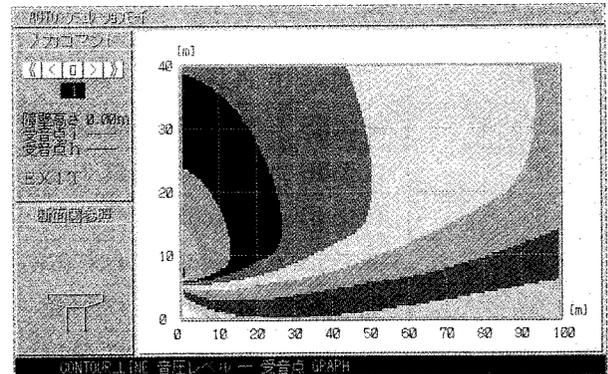


図-5 スライドショーによる障壁減音効果トライアル

§ 5 解析結果と考察

前記のように、ビジュアルな計算結果の表示プログラムは目標通り作成できたが、これを使ってユニットパターンの積分分割数を増やした場合と積分範囲を広げた場合について解析した結果、以下の2点について留意すべき点が見出された。但し、限定された条件下での計算結果からの考察であることをお断りしておく。

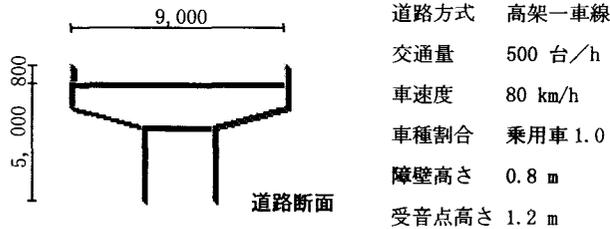


図 6 計算条件

1) 積分分割数の計算結果への影響

文献4)では道路上 $\pm 20l$ (l : 音源距離)の範囲に音源点を離散的に40個配置するとき、正しい騒音レベルとの誤差は0.5dBであるとしている。正しい騒音レベルは、音源を離散的に無限個配置した場合である。ところがいま、本プログラムで $40 \times n$ 個の音源を配置し、図-6の条件下で解析を試みたところ表-1のような結果が得られた。

音源を40個離散配置したとき ($n=1$) とその100倍である4000個離散配置したとき ($n=100$) を比べると、水平距離が小の場合はそれ程でもないが、水平距離100mの地点では、40個離散配置の方が1dB近く大きく評価された。つまり、このときの騒音レベルは大きめに評価されていることから、環境アセスメントの立場から考えると、安全側の予測であるためあまり問題ではないであろう。また表-1の結果より、 n が5倍以上であれば、実用的に正確な値が得られ、それ以上は100倍200倍としてもその値はほとんど変化しないことが分かる。

表-1 離散音源配置個数の拡張

離散音源の 個数	受信点水平距離		
	0m	10m	100m
$40 \times 1 (=n)$	48.90dB	52.16dB	48.50dB
40×2	48.58dB	51.82dB	48.05dB
40×5	48.38dB	51.60dB	47.76dB
40×10	48.31dB	51.53dB	47.66dB
40×100	48.24dB	51.46dB	47.57dB
40×1000	48.24dB	51.45dB	47.56dB

2) 積分範囲の計算結果への影響

次にユニットパターンの積分範囲を変えてデータを解析してみた。文献4)では、 $\pm 20l$ (l : 音源距離)の範囲に音源点を離散的に40個以上配置することになっている。ところがいま、本プログラムで $\pm 20l \times n$ の範囲に離散音源を1間隔に配置し、上述の条件下で解析を試みたところ表-2のような結果が得られた。

音源の範囲を $\pm 20l$ としたとき ($n=1$) と、その100倍である $\pm 2000l$ を範囲とした場合 ($n=100$) とでは、 $\pm 20l$ とした場合の道路端での騒音レベルが1dB以上も小

さく評価された。また道路から離れるに従って両者の差異は減少している。つまりこの現象は、音源近くにおいて顕著に表れ、音源距離によって障壁の減衰に程度に相違がある為であると考えられる。従って提案の積分範囲は、障壁のない場合には問題が無いと考えられるが、障壁を設置し、特に障壁が高い場合は、これらの影響を踏まえてユニットパターンの積分範囲を決める必要がある。

表-2 離散音源の配置範囲の拡張

離散音源の 配置範囲(m)	受信点水平距離		
	0m	10m	100m
$\pm 20l \times 1 (=n)$	48.90dB	52.16dB	48.50dB
$\pm 20l \times 2$	49.40dB	52.40dB	48.62dB
$\pm 20l \times 5$	49.83dB	52.58dB	48.70dB
$\pm 20l \times 10$	50.02dB	52.64dB	48.73dB
$\pm 20l \times 100$	50.25dB	52.71dB	48.76dB
$\pm 20l \times 1000$	50.28dB	52.72dB	48.76dB

§ 6 まとめ

今回、日本音響学会で提案されている適用条件の広いエネルギーベースの騒音予測式を用いて、パソコンでビジュアルに予測結果をカラー表示するプログラムを作成した。これにより、今までの L_{50} では、扱えなかった路面の影響や気象の影響を含んで解析値を得ることができるようになった。また、この新予測式は、高架道路、平坦道路等の混合型の交通騒音を同時に評価する場合であっても、原理的に無理のないdB合成ができることが最大の特徴である。

ただ、新予測式の適用に当たって、下記の2点に留意することが望まれる。

- 1) 音源を40個の離散的配置から個数を増やすに従って、道路に近い場所ではそれ程でもないが、道路から離れると騒音レベルが小さく評価される傾向が見られる。つまり40個配置による計算値が正確値より大きめに計算されることを示している。
- 2) 音源の範囲を $\pm 20l$ から増加させていくと、道路から離れた場所ではそれ程でもないが、道路に近い所では騒音レベルが大きく評価される傾向がある。つまり範囲を $\pm 20l$ とした計算値が正確値より小さめに計算されることを示している。従って $\pm 20l$ の積分範囲は、障壁のない場合には問題が無いと思われるが、高い障壁を設置する場合は積分範囲を十分に検討して決める必要がある。

参考文献

- 1) 石井聖光, “道路交通騒音予測計算方法に関する研究(その1) - 実用的計算式について -,” 日本音

響学会誌 31, 507-517 (1975).

- 2) 石井聖光, “道路交通騒音予測計算方法に関する研究—高さ別補正值 α_i について—,” 日本音響学会誌 33, 426-430 (1977).
- 3) 佐々木實, 山下充康, “道路特殊箇所の騒音の予測方法に関する検討—インターチェンジ部周辺—,” 日本音響学会誌 40, 638-643 (1984).
- 4) 橘秀樹, 佐々木實, “道路一般部を対象としたエネルギーベース騒音予測法 II 予測計算法の概要,” 日本音響学会誌 50, 229-232 (1994).
- 5) 曾根敏夫, 香野俊一, 岩瀬昭雄, “道路一般部を対象としたエネルギーベース騒音予測法 III 自動車走行騒音のパワーレベルとスペクトル,” 日本音響学会誌 50, 233-239 (1994).
- 6) 高木興一, 山本貢平, 吉久光一, “道路一般部を対象としたエネルギーベース騒音予測法 IV 道路交通騒音予測における伝搬計算方法,” 日本音響学会誌 50, 240-249 (1994).
- 7) 山口静馬, 佐々木實, “道路一般部を対象としたエネルギーベース騒音予測法 V 道路交通騒音における L_{Aeq} と L_{50} の関係,” 日本音響学会誌 50, 250-252 (1994).
- 8) 内田智史 :TURBO PASCAL プログラミング (オーム社)
- 9) 森口繁一, 小林光夫, 武市正人 :パスカル・プログラミング対話 (共立出版)

(平成9年4月15日受付)

平成8年(1月~12月)他誌発表論文

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
長町三生	快適工場への挑戦-エルゴファクトリの条件づくり	日本プラントメンテナンス協会, 1996
長町三生	アドバイザーのための職務再設計	勤高年齢者雇用開発協会, 1996
長町三生	生産工程の人間科学	労働衛生工学, 4-9, 1996
T. Tsuchiya(広大) T. Maeda(〃) Y. Matsubara(〃) M. Nagamachi	A fuzzy rule induction method using genetic algorithm	International Journal of Industrial Ergonomics, 18(2-3), 135-145, 1996.
M. Nagamachi	Relationship between job design, macroergonomics, and productivity	International Journal of Human Factors in Manufacturing, 6(4), 309-322, 1996.
A. Pinochet(広大) Y. Matsubara(〃) M. Nagamachi	Construction of a knowledge based system for diagnosing the sociotechnical integration in advanced manufacturing technologies	International Journal of Human Factors in Manufacturing, 6(4), 323-348, 1996.
松原行宏(広大) 長町三生	教材知識構築機能をもつ因数分解ITSの構築	教育システム情報学会誌, 13(3), 137-150, 1996
松原行宏(広大) 長町三生	知的教育システムにおける教材知識構築システムDKCS-1の開発	電子情報通信学会論文誌, J79-D-II(11), 1948-1960, 1996
M. Nagamachi	Kansei engineering and its application	人間工学, 32(6), 286-289, 1996.
Y. Matsubara(広大) M. Nagamachi	Motivation system and human model for intelligent tutoring	Third International Conference of Intelligent Tutoring Systems, by C. Frasson, G. Gauthier & A. Lesgold(Eds.), 139-147, 1996.
M. Nagamachi Y. Matsubara(広大) J. Nomura(松下電工) K. Sawada(〃) T. Kurio(〃)	Virtual kansei engineering and an approach to business.	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 3-6, 1996.
S. Ishihara(尾道短大) K. Ishihara(広島中央女子短大) M. Nagamachi Y. Matsubara(広大)	Neural networks approach for kansei analysis on milk carton design	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 7-10, 1996.
K. Nishikawa(東京ガス) Y. Hirasawa(〃) M. Nagamachi	A Study of kansei engineering as a method for evaluating the thermal environment	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 13-16, 1996.
T. Tsuchiya(広大) Y. Matsubara(〃) M. Nagamachi	A development of kansei engineering system for designing automotive interior space	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 19-22, 1996.
Y. Matsubara(広大) M. Nagamachi T. Kurisu(中国電力) H. Shibuya(〃) Y. Usagawa(〃)	Intelligent training system for power plant operator on virtual reality environment	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 147-150, 1996.
S. Ishihara(尾道短大) K. Ishihara(広島中央女子短大) M. Nagamachi	Simulation of self-organizing processes in working groups using neural networks	Human Factors in Organizational Design and Management-V, 370-373, 1996
C. Kirsch(スイス) Y. Matsubara(広大) M. Nagamachi	Work group in computerized manufacturing systems in Japan	Manufacturing Agility and Hybrid automation-I, 54-57, 1996.
M. Nagamachi	Kansei engineering and implementation of human-oriented product design	Manufacturing Agility and Hybrid Automation-I, 77-80, 1996.

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
Y.Matsubara(広大) M.Nagamachi	Kansei virtual reality technology and evaluation on kitchen design	Manufacturing Agility and Hybrid Automation-I, 81-84, 1996.
S.Ishihara(尾道短大) K.Ishihara(広島中央女子短大) M.Nagamachi Y.Matsubara(広大)	Analysis of kansei structure on women's suits design by neural networks	Manufacturing Agility and Hybrid Automation-I, 85-88, 1996.
K.Ishihara(広島中央女子短大) S.Ishihara(尾道短大) M.Nagamachi	A model of visual selective attention in object recognition-recognition of blocks in a pile	Manufacturing Agility and Hybrid Automation-I, 89-92, 1996.
C.Kirsch(スイス) M.Nagamachi	Cross-cultural comparison of advanced manufacturing systems: the group work paradigm	Manufacturing Agility and Hybrid Automation-I, 319-322, 1996.
石川捷治(九州大) 平井一臣(鹿児島大) 木原滋哉 その他6名	『自分からの政治学』	法律文化社(1996年4月)
木原滋哉 中村健吾(大阪市大)	J. ヒルシュ『資本主義にオルタナティブはないのか』(共訳)	ミネルヴァ書房(1996年12月)
今井 勲 多賀正夫(近大大学院)	地中埋設スパイラル管による蓄熱・集熱特性	平成8年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会講演論文集(平成8年10月)
左古悦雄	高専数学の個人指導に用いるビデオ教材の作成	放送教育開発センター平成7年度共同研究(公募)実施報告書(1996年3月)
笠松義隆 檜原忠幹(福山大)	Gd および GdZn 中の ¹⁵¹ Eu, ¹⁵³ EuNMR	日本物理学会年会講演予稿集(1996年4月, 金沢)
笠松義隆 平岡耕一(大分大) 小島健一(広大総) 檜原忠幹(福山大)	単結晶 Mn ₂ Sb における電気抵抗の圧力依存性	日本物理学会分科会講演予稿集(1996年10月, 山口)
K.H.J.Buschow G.E.Grechnev Anders Hjelm Y.Kasamatsu A.S.Panfilov I.V.Svechkarev	Exchange coupling in GdM compounds	Journal of Alloys and Compounds, 244 (1996) 113-120.
川尻武信	コミュニケーション活動と語彙の問題	『楽しい英語授業』7号1996年5月(明治図書)
柳 善和(名古屋学院大) 萬谷隆一(北海道教育大) 杉野直樹(岐阜大) 川島浩勝(長崎外国語大) 平本哲嗣(高松大) 田中祐治(兵庫教育大) 能登原祥之	英語教育学モノグラフ16 リスニング「教材の authenticity の問題」	雑誌『英語教育』9月増刊号(45巻7号, 1996年9月).
能登原祥之	日本人英語学習者の「聴解単位処理能力」の諸側面—困難点の考察と発達状況を捉える枠組の模索—	第27回中国地区英語教育学会(1996年9月, 島根)
京免 進 碓井建夫(阪大)	層流減速流れの流動形態	日本機械学会論文集62巻593号B編 P.57~64.

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
S. Kyomen T. Usui(阪大) M. Fukawa(ダイキン) M. Ohmi(阪大)	Combined Free and Forced Convection for Laminar Steady Flow in Horizontal Tubes	JSME International Journal, Ser.B, Vol.39, No.1, 1996-2, P.44~50.
京免 進 野村高広	水平円管内定常層流の二次流れ(自然対流を伴う場合)の数値解析)	日本機械学会講演論文集 No.965-1 P.147~148.
野村高広 京免 進	水平長方形管における付随渦の影響について(二次流れを伴う場合)	第37回ターボ機械協会講演会前刷集 P.124~129 (1996年11月, 金沢)
関 洲二(岡大医) 岩本英久	血管結紮と結紮糸-摩擦係数からみた血管の変形状態-	第26回日本心臓血管外科学会学術総会 (1996年2月, 京都)
岩本英久 大崎紘一(岡大工) 関 洲二(岡大医)	血管結紮の経常変化による損傷を阻止するための結紮法に関する研究	日本機械学会中国四国支部第34期総会講演論文集(1996年3月, 東広島)
岩本英久 大崎紘一(岡大工) 道広康輝 (岡山県農業開発研究所) 関 洲二(岡大医)	A new ligation technique to avoid deformity disruption by interposing a piece of gel	The 2nd Congress of the Asian Vascular Society (1996年6月, 韓国(ソウル))
岩本英久 大崎紘一(岡大工) 関 洲二(岡大医)	Ligation technique to prevent a trauma by a configurational change on a vessel in a surgical operation	Proceedings of the Third CHINA-JAPAN International Symposium on Industrial Management (1996年10月, 中国(南京))
灘野宏正	超高真空中における複合被膜処理ステンレス鋼歯車の負荷性能	平成6・7年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書(1996年4月)
灘野宏正 中迫正一 河野正来	二円筒試験におけるすずめっき熱拡散処理層の焼付き強さ (二硫化モリブデンを添加したグリースの場合)	日本設計工学会中国支部講演論文集 (No.14, 1996年6月, 広島)
灘野宏正 中迫正一 河野正来	二円筒試験におけるすずめっき熱拡散処理層の焼付き強さ (二硫化モリブデンを添加したグリースの場合)	日本機械学会第74期全国大会講演論文集 (No.96-15(Vol. IV), 1996年9月, 京都)
灘野宏正 中迫正一 河野正来	二円筒試験におけるすずめっき熱拡散処理層の焼付き強さ (二硫化モリブデンを添加したグリースの場合)	日本機械学会論文集(C編) (62巻601号, 1996年9月)
中迫正一	すずめっき熱拡散処理法によるステンレス鋼平歯車の歯面改質に関する研究	岡山大学学位論文 (1996年9月)
H.Nadano M.Nakasako M.Kohno	Seizure Resistance of Thermally Diffused Layer after Sn-Plating in Four-Ball Test and Two-Roller Test (Case of Grease with Molybdenum Disulfide Additive)	Proceedings of the Second China/Japan International Symposium on Machine Elements (November 1996, Wuxi, China)
山田祐士 田中幹也(愛媛大) 清水 顯(〃)	空気圧サーボ系の切替型適応制御	日本機械学会ロボ・メカ'96講演集 (1996年6月 宇部市)
山田祐士 田中幹也(愛媛大) 清水 顯(〃)	空気圧サーボ系のマルチレート適応極配置制御	日本機械学会論文集 C編 (62巻 598号, 1996年6月)
山田祐士 田中幹也(愛媛大) 清水 顯(〃)	電気空気圧サーボ系の最小分散型適応極配置制御	電気学会論文集 C編 (Vol.116-C, No.10, 1996年10月)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名 (巻号) または発表会名 (場所) (口頭発表のみの場合)
山田祐士 田中幹也 (愛媛大) 清水 顯 (〃)	空気圧サーボ系の STC	計測自動制御学会論文集 (Vol.32, No.12, 1996年10月)
K. Tanaka (愛媛大) Y. Yamada A. Shimizu (愛媛大) S. Shibata (〃)	Multi-Rate Adaptive Pole-Placement control for Pneumatic Servo System with Additive External Forces	4 th International Workshop on Advanced Motion Control (Mie, Japan, March 1996)
K. Tanaka (愛媛大) M. Sakamoto (〃) T. Sakou (〃) Y. Yamada S. Uchikado (東京電機大)	Improved Design Scheme of Mrac for Electro-Pneumatic Servo System with Additive External forces	IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (Kauai, Hawaii, November 1996)
Y. Yamada K. Tanaka (愛媛大) A. Shimizu (〃) Y. Arimitsu (〃) S. Uchikado (東京電機大) M. Sakamoto (愛媛大)	Minimum Variance Type Self-Tuning Adaptive Pole-Placement Control for Pneumatic Servo Systems	4th International Conference on Control, Automation Robotics and vision (Westin Stamford, Singapore. December 1996)
山崎 勉	円筒中空陰極の径方向発光分布	日本物理学会講演概要集'96秋の分科会 (山口)
黒木太司	NRD ガイドトランシーバとデータ伝送	電子情報通信学会総合大会 チュートリアル講演 (1996年3月 東京)
黒木太司	NRD ガイドを用いたミリ波集積回路技術	電気学会論文誌; 解説論文 Vol.116-C, No.5 (1996)
J.Huang, Ke Wu (Ecole Polytech.) F.Kuroki T.Yoneyama (東北大)	Computer-Aided Design and Optimization of NRD-Guide Mode Suppressors	IEEE Trans. Microwave Theory Tech, Vol.MTT-44, No.6(1996)
黒木太司 綿井伸爾	呉高専電気工学科における電磁気学の教育研究について	日本工学教育協会工学教育研究講演会 (1996年7月 広島)
F.Kuroki	Novel Millimeter Wave Guide; NRD Guide and Its Application	Invited Paper of XXVth Int. URSI General Assembly (Aug., 1996 in France)
黒木太司 藤本一人 池田研吾	高誘電率 NRD ガイドにおける LSE ₀₁ モードの伝送特性	電子情報通信学会ソサイエティ大会 (1996年9月 金沢)
黒木太司 池田研吾 藤本一人	LSE ₀₁ モード伝送高誘電率 NRD ガイドの実験的検討	電子情報通信学会ソサイエティ大会 (1996年9月 金沢)
黒木太司 藤本一人 池田研吾	LSE ₀₁ モード伝送高誘電率 NRD ガイドの伝送損の測定	電気・情報関連学会中国支部連合大会 (1996年10月 鳥取)
F. Kuroki T. Yoneyama (東北大)	NRD Guide Digital Transceivers for Millimeter Wave LAN System	IEICE Trans. Vol.79-E, No.12(1996)

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
M.Yokonuma T.Koyanagi (山大工) N.Hashimoto (山大工) T.Hironaka (山大工) H.Anno (山口東京理大)	Preparation of $Pb_{1-x}M_{nx}Te$ Films by Using Ionized-Cluster Beams	The 2nd Symposium on the Physics and Application of Spin-Related Phenomena in Semiconductors(Extended Abstracts) (P.81, 1996年1月, 仙台)
Y. Maeda (広大) T. Takabatake (〃) Y. Bando H. Fujii (広大) K. Oda (阪大) K. Sugiyama (〃) K. Kindo (広大) K. Izawa (〃) T. Suzuki (〃) T. Fujita (〃) Y. Mori (原研)	Double magnetic transitions in UP_2In	Physica B 223 & 224(1996) 228-230
藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	メンバーシップ関数の自動獲得法を用いたニューロ・ファジィによる負荷電力変動抑制法	第35回計測自動制御学会学術講演会 (205B-4, 1996年7月, 鳥取)
藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	遺伝的アルゴリズムによる学習係数の調整法を用いたニューロ・ファジィ負荷電力変動抑制法	平成8年電気学会産業応用部門全国大会 (No.160, 1996年8月, 仙台)
菊地 学 (岡山大) 藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	負荷電力脈動停止期間におけるファジィ理論を用いた SMES のエネルギー変動抑制法	平成8年電気・情報関連学会中国支部連合大会 (No.152317, 1996年10月, 鳥取)
藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	GA による学習係数の探索法を用いたニューロ・ファジィによる負荷電力変動抑制法	平成8年電気・情報関連学会中国支部連合大会 (No.152318, 1996年10月, 鳥取)
土肥林太郎 (岡山大) 藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	ニューロ・ファジィによる負荷電力変動抑制法 - GA を用いた SMES 容量の決定法 -	平成8年電気・情報関連学会中国支部連合大会 (No.152319, 1996年10月, 鳥取)
藤井敏則 船曳繁之 (島大総合理工)	負荷電力平均値予測に基づいた逐次学習型ニューロ・ファジィによる負荷電力変動抑制法	電気学会論文誌D (第116巻第10号, 1996年10月)
芝山直路 (運輸省第3港湾) 吉田隆則 (広島県庁) 石井義明	不連続面が土の強さに及ぼす影響に関する二・三の実験	土木学会中国支部研究発表会発表概要集 (1996年5月, 徳山)
K.Takemura M.Ichitsubo E.Tazawa (広大) A. Yonekura (広大)	Mechanical Performance of ASR Affected Nearly Full-Scale Reinforced Concrete Columns	Proceedings of the 10th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, pp.410-417, 1996
畝本紀子 竹村和夫 市坪 誠	広島県産の再生骨材の品質とそれを用いたコンクリートの物性	第48回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.519-520, 1996
小堀慈久 八木則男 (愛媛大) 矢田部龍一 (愛媛大) 堀田まゆみ (広島市)	飽和・不飽和まさ土の力学的特性について	第48回土木学会中国支部研究発表会概要集 (1996年5月, 徳山)
小堀慈久 八木則男 (愛媛大) 深田浩昭 (宇都宮大)	まさ土の一面せん断強度特性について	第48回土木学会中国支部研究発表会概要集 (1996年5月, 徳山)
小堀慈久 八木則男 (愛媛大) 矢田部龍一 (愛媛大) 横山葉子 (新日本技研)	まさ土の斜面崩壊における経年変化について	第48回土木学会中国支部研究発表会概要集 (1996年5月, 徳山)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
小堀慈久 郷 健一(山口大) 八木則男(愛媛大) 矢田部龍一(愛媛大)	不攪乱まさ土の透水係数について	第2回土木学会四国支部研究発表会概要集 (1996年5月, 高知)
小堀慈久 白仁田延広(イスマック) 八木則男(愛媛大) 矢田部龍一(愛媛大)	砂質地盤における簡易貫入試験の適用性について	第2回土木学会四国支部研究発表会概要集 (1996年5月, 高知)
S. Kobori R. Yatabe(愛媛大) N. Yagi(〃) K. Yokota(〃) M. Enoki(鳥取大) M. Mukaitani (大阪土質試験場)	Stability analysis of slope reinforced by roots network	International Symposium on Earth Reinforcement (November 1996 Fukuoka, Japan)
小堀慈久 八木則男(愛媛大) 榎 明潔(鳥取大) 矢田部龍一(愛媛大)	根系を含むかく乱まさ土の強度特性	地すべり学会論文集, 第32巻第4号 (1996年2月)
小堀慈久 八木則男(愛媛大) 郷 健一(山口大)	まさ土地盤における原位置試験法の研究	地すべりの地盤工学的諸問題に関するシンポジウム論文集 (1996年10月)
小堀慈久 八木則男(愛媛大)	不攪乱まさ土の力学的特性の研究	地すべりの地盤工学的諸問題に関するシンポジウム論文集 (1996年10月)
小堀慈久	まさ土地盤における原位置力学試験と降雨による斜面災害の時系列特性に関する研究	学位論文(愛媛大学)
K.Kotakemori(広大) E. Tazawa(〃) K. kawai(〃) M. Ichitsubo	Soiling of Concrete Surfaces due to Microorganisms	Transactions of the Japan Concrete Institute Vol.17, pp.61-68, 1996
M. Ichitsubo E. Tazawa(広大) K. Takemura K. Kawai(広大)	Influence of Surface Texture on Color Transition of Mortar	Transactions of the Japan Concrete Institute Vol.17, pp.389-396, 1996
市坪 誠 田澤榮一(広大) 竹村和夫 河合研至(広大)	コンクリートの景観評価に及ぼす汚れ物質の影響	コンクリート工学年次論文報告集 Vol.18, No 1, pp.1029-1034, 1996
河合研至(広大) 市坪 誠 小竹森浩(広大) 田澤榮一(〃)	細菌類を考慮した好気性微生物によるコンクリートの表面汚染	第23回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp.86-91, 1996
市坪 誠 田澤榮一(広大) 河合研至(〃) 竹村和夫	コンクリート表面の付着物質が景観評価に及ぼす影響	第23回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp.92-97, 1996
市坪 誠 河合研至(広大) 竹村和夫 田澤榮一(広大)	雨水のpHがモルタルの色調変化に及ぼす影響	セメント・コンクリート論文集 No50, pp.490-495, 1996

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
河合研至(広大) 小竹森浩(川) 市坪 誠 田澤榮一(広大)	微生物によるコンクリート表面汚染に関する一考察	セメント・コンクリート論文集 No.50, pp.502-507, 1996
市坪 誠 今田寛典(呉大) 加藤文教(ヒロコン) 竹村和夫	ダムの景観評価に及ぼす表面汚染の影響	第48回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.499-500, (1996年5月, 徳山)
市坪 誠 今田寛典(呉大) 加藤文教(ヒロコン) 内田智晃(山口大)	高速道路のトンネル坑口景観設計時に考慮すべき要因について	第48回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.501-502 (1996年5月, 徳山)
市坪 誠 竹村和夫 河合研至(広大) 山本晴成 (計測リサーチコンサルタンツ) 板垣竜太郎(日水コン)	汚れ評価に及ぼす付着物質の影響	第48回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.517-518 (1996年5月, 徳山)
市坪 誠 竹村和夫 河合研至(広大) 高地敏幸(岩手大)	酸性雨がモルタルの色調変化に及ぼす影響	第48回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.525-526 (1996年5月, 徳山)
市坪 誠 河合研至(広大) 竹村和夫 田澤榮一(広大)	雨水のpHがモルタルの色調変化に及ぼす影響	第50回セメント技術大会講演要旨, pp.210-211 (1996年5月, 東京)
河合研至(広大) 小竹森浩(広大) 市坪 誠 田澤榮一(広大)	微生物によるコンクリート表面汚染に関する一考察	第50回セメント技術大会講演要旨, pp.214-215 (1996年5月, 東京)
市坪 誠 竹村和夫 河合研至(広大) 加藤文教(ヒロコン) 今田寛典(呉大)	ダム景観における汚れ評価に関する一考察	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集 共通セッション, pp.250-251 (1996年9月, 名古屋)
山口隆司 原田秀樹(長岡技科大)	パルチミン酸・プロピオン酸分解過程における硫酸塩還元細菌と水素生産性酢酸生成細菌の活性に及ぼす硫化物の影響	環境工学論文集, 第33巻, p257-267 (1996年12月)
山口隆司 石原健司 尾羽根幸 原田秀樹(長岡技科大)	硫酸塩還元細菌の発酵的代謝特性評価	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, p18-19 (1996年9月, 名古屋)
山口隆司 信田知美 重本幹成 原田秀樹(長岡技科大)	硫酸塩と硝酸塩が基質分解活性に与える影響	土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, p20-21 (1996年9月, 名古屋)
山口隆司 重本幹成 信田知美 原田秀樹(長岡技科大)	プロピオン酸の嫌氣的分解に対する硫酸塩と硝酸塩の影響	第48回土木学会中国支部技術研究会講演概要集, p143-144 (1996年5月, 徳山)

著者名	論文題目	発表誌名(巻号)または発表会名(場所) (口頭発表のみの場合)
山口隆司 信田知美 重本幹成 原田秀樹(長岡技科大)	低濃度硫酸塩含有廃水を供する UASB 反応器で培養したグラニューール汚泥の菌叢評価	第48回土木学会中国支部技術研究会講演概要集, p137-138 (1996年5月, 徳山)
山口隆司 石原健司 尾羽根幸 原田秀樹(長岡技科大)	硫酸塩還元細菌の基質発酵特性	第48回土木学会中国支部技術研究会講演概要集, p135 (1996年5月, 徳山)
山口隆司 尾羽根幸 石原健司 原田秀樹(長岡技科大)	プロピオン酸分解における硫酸塩還元細菌の寄与性	第48回土木学会中国支部技術研究会講演概要集, p145-146 (1996年5月, 徳山)
山口隆司 原田秀樹(長岡技科大)	硫酸塩還元・メタン生成活性におよぼす高級脂肪酸の影響	第48回土木学会中国支部技術研究会講演概要集, p136-137 (1996年5月, 徳山)
山口隆司 原田秀樹(長岡技科大) 久野智明(IHI)	UASB 反応器による糖系合成廃水の処理特性と微生物代謝活性への硫化物の影響評価	第30回日本水環境学会年会講演集, p269 (1996年3月, 福岡)
山口隆司 石原健司 尾羽根幸 原田秀樹(長岡技科大)	乳酸を基質としたメタン発酵プロセスにおける硫酸塩還元細菌の発酵特性評価	第30回日本水環境学会年会講演集, p273 (1996年3月, 福岡)
山口隆司 重本幹成 信田知美 原田秀樹(長岡技科大)	低濃度硫酸塩含有廃水処理プロセスにおける硫酸塩還元細菌の有機物分解特性評価	第30回日本水環境学会年会講演集, p274 (1996年3月, 福岡)
福原安洋	建築構造教育アンケート調査報告(その4)	日本建築学会大会学術講演梗概集 (1996年9月, 近畿)
篠部 裕 地井昭夫(広大)	中山間地域における若者定住施策に関する研究—広島県における若者定住対策の現状—	日本建築学会大会学術講演梗概集 E2 pp.429-430 (1996年9月)
間瀬実郎 小林隆暁	鉛筆素描調のCGレンダリングに関する研究—(その1)概念と実現方法—	日本建築学会研究報告中国・九州支部第10号 (1996年3月)
間瀬実郎 小林隆暁	鉛筆素描調のCGレンダリングに関する研究—(その2)従来CGとのコストパフォーマンスの比較—	日本建築学会研究報告中国・九州支部第10号 (1996年3月)
間瀬実郎	イメージ段階支援システム3次元スケッチブック—概念と仕様—	平成8年度日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2 (近畿, 1996年9月)
間瀬実郎 小林隆暁 竹入美枝 本宮弘恵	鉛筆素描調CGの応用—建築家のドローイングの動画像化—	日本建築学会第19回情報システム利用技術シンポジウム1996 (1996年12月)
Agussalim(豊橋技科大) T.Kaku K.Matsuno	Shear Strength of Reinforced Concrete Members with High Strength Concrete	Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES (1996.8, Singapore)
松野一成 角 徹三 Agussalim(豊橋技科大) 松井洋和	高強度RCはいの主筋に及ぼすせん断力の影響	コンクリート工学年次論文報告集第18巻第2号 pp.617-622 (1996年6月)
Agussalim(豊橋技科大) 角 徹三 松野一成	THE EFFECT OF SUPPLEMENTAL TIES ON SHEAR CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE BEAMS	日本建築学会学術講演梗概集 (1996年9月, 滋賀)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名 (巻号) または発表会名 (場所) (口頭発表のみの場合)
松野一成 角 徹三 Agussalim (豊橋技科大)	高強度RCはいの主筋応力分布に及ぼすせん断力の影響	日本建築学会学術講演梗概集 (1996年9月, 滋賀)
松井洋和 角 徹三 Agussalim (豊橋技科大) 松野一成	副帯筋 (中子筋) が高強度RC部材のせん断耐力に及ぼす影響について	日本建築学会東海支部研究報告集第34号 pp.229-232 (1996年3月)

編 集 委 員

石	井	淳	二
石	嶋	篤	司
鬼	塚	千	明
藤	井	敏	則
山	口	隆	司
福	原	安	洋

呉工業高等専門学校

研究報告

第60号 (1997)

平成9年8月 印刷

平成9年8月 発行

編集者
発行者 呉工業高等専門学校

〒737 呉市阿賀南2丁目2-11

電話 (0823) 73-8406

印刷所 株式会社ニシキプリント

〒733 広島市西区商工センター7-5-33

電話 (082) 277-6954

MEMOIRS OF THE KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

No.60
August, 9th Year of Heisei (1997)

CONTENTS

1. Electronic Structures of Cr_xY ($Y=S, Se$) with NiAs -type Crystal Structure	Michie KOYAMA Kenichiro TAKADA Hiroyuki OKUDA Hitoshi SATO Masaki TANIGUCHI Yoshifumi UEDA	1
2. Confronting the Problems of our Students' Injuries	Takao ENOKI Tokushi ISHIJIMA Kenso TANIOKA	7
3. Place-Names in Wales (5)	Junji ISHII	19
4. Sentence Meaning and Utterance Meaning	Takenobu KAWAJIRI	33
5. System of Information Display with LEDs	Minoru NOHARA	37
6. A Photoemission and Inverse-photoemission Study of III -V Semiconductors:Gasb	Yoshifumi UEDA Hiroshi SAKOTA Takeshi MIYATA Hiroyuki OKUDA Kenichiou TAKADA Shinya SENBA Tadashi KOTSUGI Masashi NAKATAKE Hitoshi SATO Masaki TANIGUCHI	43
7. Swing-up Motion of Inverted Pendulum	Tsutomu YAMAZAKI	47
8. A study on Landscape Design of Sakaigawa River	Koji KOMATSU Kazuo TAKEMURA Makoto ICHITSUBO Takashi YAMAGUCHI	51
9. Study on Landscape Design to Urban River from Viewpoint of Regional Landscape	Makoto ICHITSUBO Kazuo TAKEMURA Takashi YAMAGUCHI Koji KOMATSU Kohei YAMAOKA	57
10. Effects of Sulfide on Performance of UASB Reactors Treating Sulfate-Containing Wastewater and Bacterial Metabolic Activities	Takashi YAMAGUCHI Makoto ICHITSUBO Kazuo TAKEMURA Hideki HARADA Shinichi YAMAZAKI	63
11. Analysis of Road Traffic Noise Using Personal Computer	Takeshi FUJII Nobumasa HIRAOKA	73
List of Papers Published or Read Outside The Kure National College of Technology in 1996		79