

第9回水工学オンライン連続講演会 2021年4月23日

三段階論に基づく

持続的な流域管理体系の提示と

若い人への期待

東京大学名誉教授

玉井信行

第1部 若い人への話

～略歴紹介～

(I) 研究生活への入口

(II) 論理展開の体系(三段階論)について

(III) 研究の展開の概要

密度流を出発点とする展開

講義を出発点とする展開

都市大気環境、流域水循環へ

河川計画論体系化の試み、50歳代

(IV) IAHRでの活動

(I) 研究生活への入口

1964年卒論 河口の塩水くさびの挙動(指導教官 嶋教授、D3生 椎貝さんと相談して進める、昭和39年東京オリンピックが開催された年)

1966年修論 海岸部帯水層における塩水楔の挙動(指導教官 嶋教授)

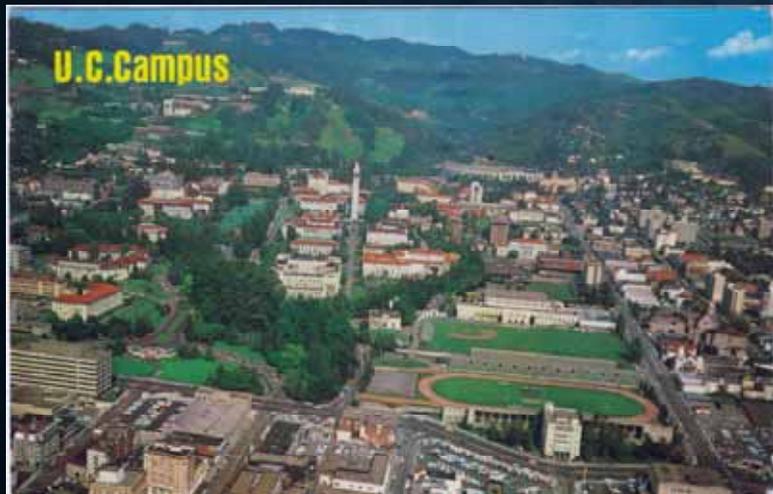
1967年8月15日～1968年8月31日 カリフォルニア大学バークレイ校大学院博士課程の学生として在学した。Prof. Robert L. WiegelのResearch Assist.、フルブライト奨学金旅費支給生であった。Prof. Hans A. Einstein (Big Einsteinの長男)の講義の単位は取得した。講義はすべてスライド、現地での講義もあり、これがアメリカの講義なのだ、という刺激を受けた。

当時東大の助手で、出張扱いであった。給料の貯金の全額を使い、帰国前に DISCOVER AMERICA 切符で20日間の米国東部への旅をすることが出来た。留学生プログラムに登録し、宿泊地では事前に連絡したホストファミリーが出迎えてくれた。

研究生活への入口2

UC Berkeleyで何を していたか？

RAとして研究していたの
は、海岸域の温水噴流。
帰国後、約1年でASCE,
Power Divisionの論文と
なった。



6847

October, 1969

PO 2

Journal of the
POWER DIVISION

Proceedings of the American Society of Civil Engineers

HORIZONTAL SURFACE DISCHARGE OF WARM WATER JETS

By Nobuyuki Tamai,¹ Robert L. Wiegel,² M. ASCE,
and Gordon F. Tornberg³

INTRODUCTION

One of the main problems in the design of cooling water systems for both nuclear and fossil fuel steam electric power plants is the determination of the mixing of the warm water discharge to minimize recirculation of the waste heat. The purpose of this paper is threefold: (1) To present data from a number of sources on the cooling water capacities of thermal power plants, together with the flow characteristics; (2) to compare the results of a number of studies of the mixing of buoyant flows discharged horizontally at the surface of a body

Professors at the UC Berkeley

Re-Visits to Prof. Robert Wiegel in 1997 & 2007
(渡米30周年と40周年)



1997 after SF Congress of IAHR



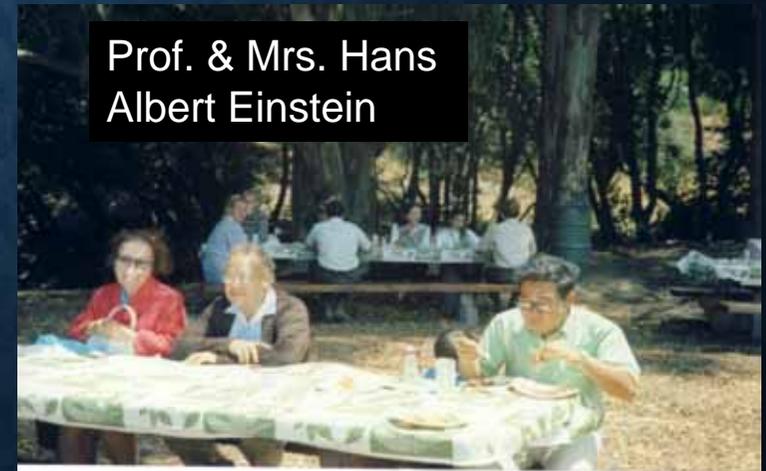
2007 on the way to the Univ. of Mississippi



a dried river

カリフォルニアは夏が乾期

Field trip in the class of Prof. Einstein



Prof. & Mrs. Hans Albert Einstein

Lab picnic at Tilden Regional Park

(II) 科学論理展開の体系～三段階論とは～

武谷は科学の発展には論理があり、その論理に従って科学は進歩してきたものとする。例を以下に示す。

ニュートン力学の樹立に至る過程

現象論的段階	個別的な現象の記述の段階	ティコの段階
実体論的段階	実体の属性としての経験法則が樹立される段階	ケプラーの段階
本質論的段階	諸実体の相互作用の普遍的法則が樹立される段階	ニュートンの段階

(武谷三男編著：科学発展の論理について、自然科学概論第2巻第3編III.、pp. 203-237、勁草書房、第7刷1966)・・・購入1966年9月大学院博士1年生時代)

(III-1) 密度流を出発点とする研究の展開

密度差をもたらす成分の拡張： 塩分、熱、濁質、二重拡散（塩分と熱、海洋）

密度差から環境汚染へ： 河川の水質汚濁、貯水池の濁水・富栄養化、

気圏への拡張（熱と水蒸気）： 都市の熱環境（熱、水蒸気の影響が加わる/地中、地表、大気層）へと広がる（水文学を含む）ことには違和感はなかった。

→→これらは水圏・気圏の水質管理、熱環境管理の関心へとつながった

(III-2) 講義を出発点とする研究の展開

河川水理学： 学部の水理学では1次元の体系を扱う。大学院の講義では、**2次元、3次元(合流部、湾曲部、複断面)の流れ**を教えたくなくなった。そのため、この分野の研究を始めた。

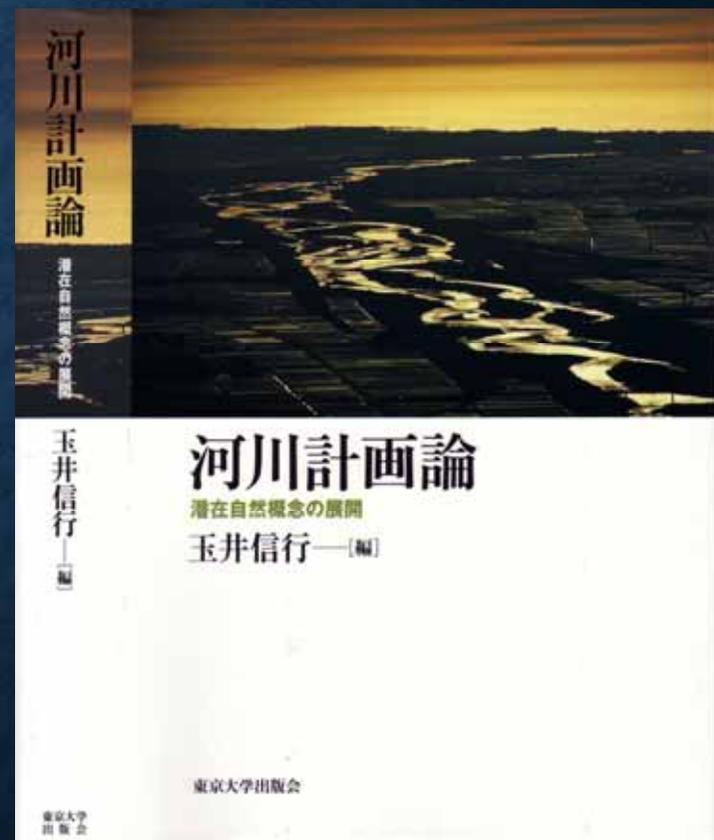
川と生態学： 全国内水面漁業連合会の委員会での議論から始まった*。河川技術者教育にも必要と考え、**1993年の「河川生態環境工学」**は水野信彦先生と魚類を扱い、**2000年の「河川生態環境評価法」**では奥田重俊先生と植生(潜在自然植生)を扱った。

* 全内漁連の委員は中村俊六さん(中学・高校の1年後輩)が、アイオワ大学へ1年間出張する間の代理として始まった。不思議な縁である。

(III-3) 体系化の試み

50歳代は現象論的段階のまとめと位置付けて、河川計画の体系化を目指した。

東大時代に終了させる予定は、間に合わなかった。石川県の犀川流域の整備基本方針を考える責任を負い、河川計画には“地域の歴史と伝統”の概念が必要であると体感した。2004年出版の河川計画論には、この点が含まれており、詳しくは第2部で述べる。



(III-4) 水文学研究者との交流の思い出

(1) 水理委員会河川懇談会の座長(手元に1992~98の記録あり)を務めた。全国に配備されたレーダー雨量計出力を標準化し、研究者へも配信出来ることが望まれていた。研究グループを定め、科学研究費に応募し予算を得た。

課題と参加者

『レーダ情報の標準化と降雨の時空間分布に関する研究、1995年度-1996年度、
代表者:玉井、分担者:宇治橋、沖、中北、森山』

肝属川水系	
建設省国見山(南部郡)レーダー雨量観測所	
標高	888m
位置	鹿児島県肝属郡高山町大字波見字窪野
設置年月日	昭和58年4月1日
設置者	九州地方建設局 大橋工事事務所 TEL 0994-65-2541
緯度	北緯 31度 18分 27秒
経度	東経 131度 00分 56秒



(2) IAHRにおける小尻利治先生の活躍

2003年に私がIAHR副会長に選出された直後に、事務局長から「water resources sectionの活動が低下している。廃止にしたいという提案が来た。」世界水会議、地球温暖化の課題があるので、廃止は困ること；暫定的委員長を見付けるので、暫く活動を見て判断することとなった。小尻さんをActing **Chairman**として**Water Resources Management Section (2003-2009)**が**活発に活動**を始め、2年後には通常の委員会として認められた。小尻さんはその後、**理事**に選出され、**気候変動作業部会の委員長**として**京都大学防災研究所**でIAHRの**国際セミナー**を何度か開催され、私もこれには毎回出席していた。

(3) 水文・水資源学会から国際賞 2009年

金沢大会で受賞し、“北陸地域における集中豪雨災害について—治水策変遷の視点から—”と題して特別講演を行った。

(IV-1) IAHRでの活動-世界大会

IAHR世界大会への初参加: 1969年の第13回大会(京都の国際会館で開催)であった。IAHRの会議への初参加であった。事務局メンバーであり、東京工大助教授の椎貝さんと事務局総務が仕事で、講演会場にはほとんど参加できなかった。1983年に教授に昇任しモスクワ大会に出席してからは、毎回出席する努力をした。



東京工大澤本さんとの写真



開会式における
皇太子同妃両殿下

IAHR第25回世界大会(東京)は新宿京王プラザホテルで1993年8月30日から9月3日にかけて開催された。
開会式並びに展示会に皇太子同妃両殿下が臨席された。

この大会では、国内組織委員会の事務局長を務めた。

(IV-2) 教育と研修委員会 委員長時代 – Committee on Education & Professional Development –

Helmut Kobusさんが1989年に立ち上げた委員会(ECにおける大学院教育を議論した)を1993年に引継いだ。

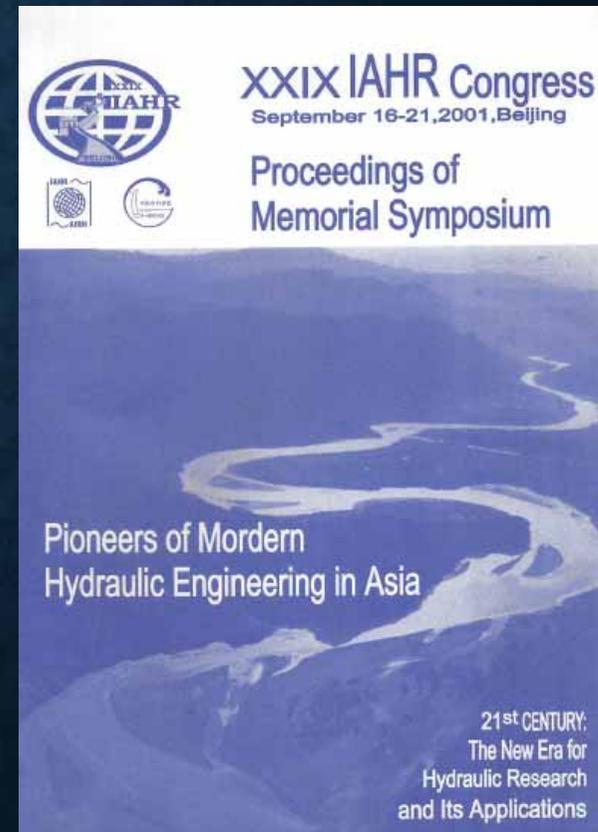
1993年東京大会セミナー：大学院教育の事例と途上国への技術移転の報告と議論。

1995年ロンドン大会セミナー：東京大会後に行った法人会員へのアンケート結果の報告と議論。

1997年サンフランシスコ大会セミナー：1)流砂研究、2)将来の水工技術者のための水工学講義、3)問題解決型の教育、についてそれぞれ105分のセミナー3つを開催した。

1999年グラーツ大会セミナー：土木における生態学教育が主題。

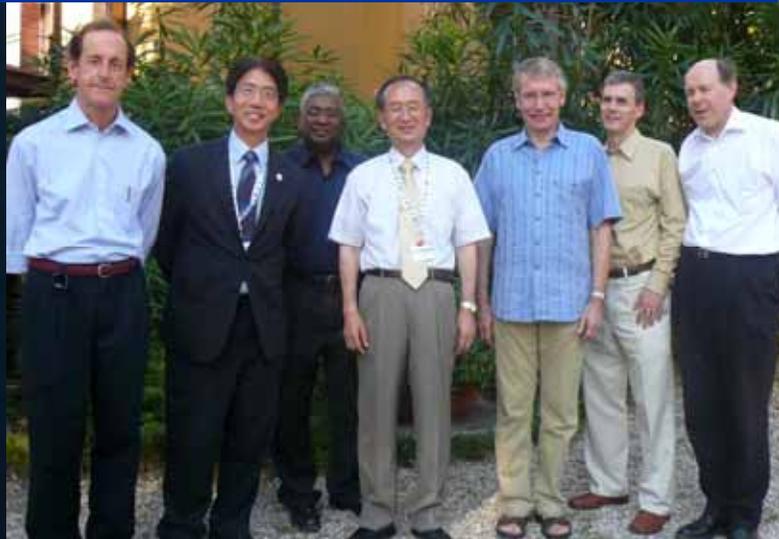
2001年北京大会：シンポジウム“アジアにおける近代水理学の開拓者たち”を開催。日本は物部長穂博士の業績紹介。



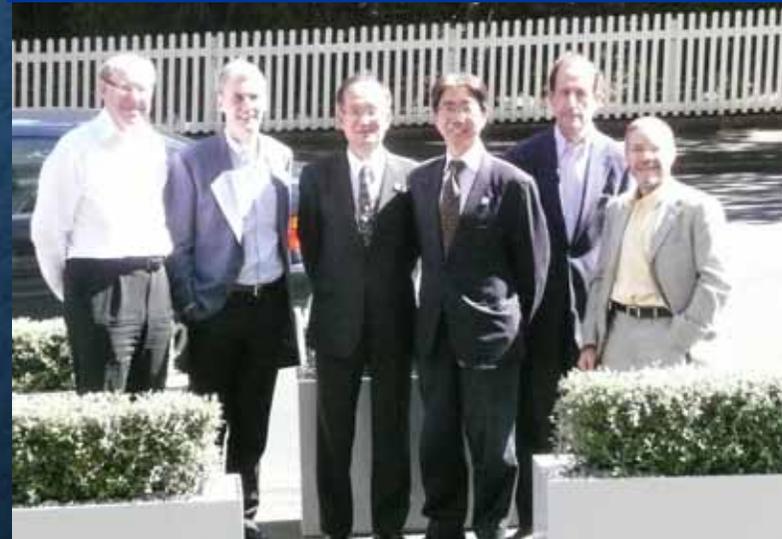
(IV-3) IAHR会長時代

- 1) Name and Structure Changes of IAHR (憲章改正)
- 2) Democracy & Diversity in Council Election (内規改正)

(1) First term



(2) Second term



EC Members during my Presidency, 2007-2011

ED Chris George told me that “I will call you the Legend of Change”.

第1部 終了

第2部 三段階論に基づく

持続的な流域管理体系の提示

- (I) 河川と流域の相互作用
- (II) 現象論的段階における災害調査結果の類型化
- (III) 流域管理体系のモデル提示—実体論的段階
- (IV) 持続的な流域管理体系の普遍化—本質論的段階
- (V) 結論と今後の展望

(I) 河川と流域 その1 ー相互作用とはー

「河川計画」は河川区域を対象とした事業計画と受け止められ易い。しかしながら、河川事業が関わる現象は、河川への集水過程、河川からの水供給過程、または不幸にして生ずる洪水の氾濫過程などを含み、これらは河川区域と流域との相互作用の結果である。

社会の経済活動の規模が激しく増大する時期には、災害の様態が変化し、被害規模が大きく増大することを世界各国が体験してきた。更に、近年においては地球温暖化の影響による気候・気象の変動がこれに拍車を掛けている。

(I) 河川と流域 その2 —持続的な流域管理とは—

「河川と流域その1」の結論を言い換えれば、今後求められている望ましい河川計画は、河川域と都市域の相互関係を十分に考慮した体系である。

こうした望ましい河川計画体系を「持続的な流域管理」と名付けることとし、これに向けての考察を今回の講演で述べることとする。

河川計画の分野においては、都市と河川の両者の相互関係を視野に入れた総合治水の概念が存在する。これについては後述する。

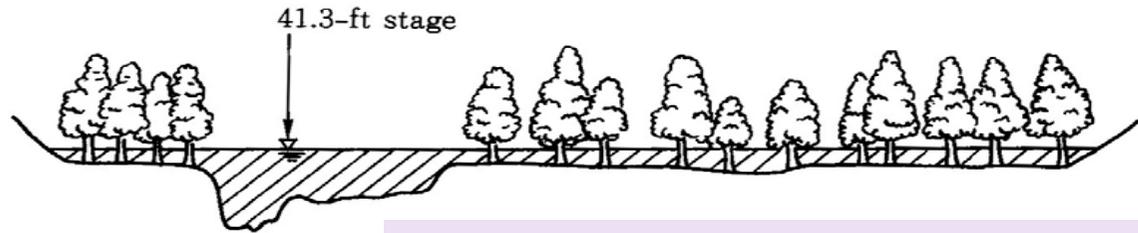
(II) 現象論的段階における災害調査結果 の類型化

その1. 記憶に残る調査結果に触れる

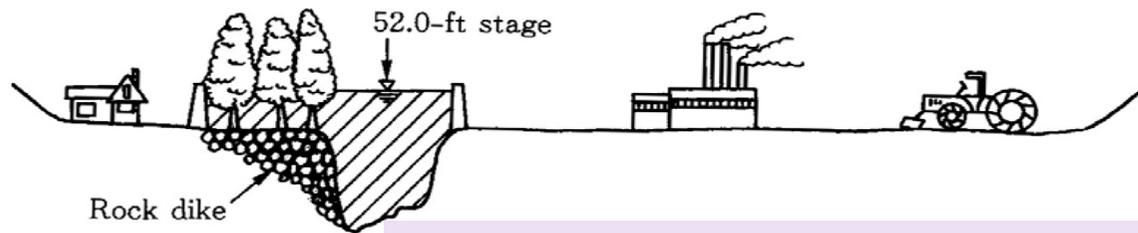
1993年ミシシッピ大洪水の諸報告から 得られた教訓

将来への教訓:

1. Room for Rivers を忘れないこと。大洪水では川は自然のままに流れようとする。
2. 流れと河川環境の両面において自然との共生が重要である。



(a) 1844年のセントルイス付近の河川断面



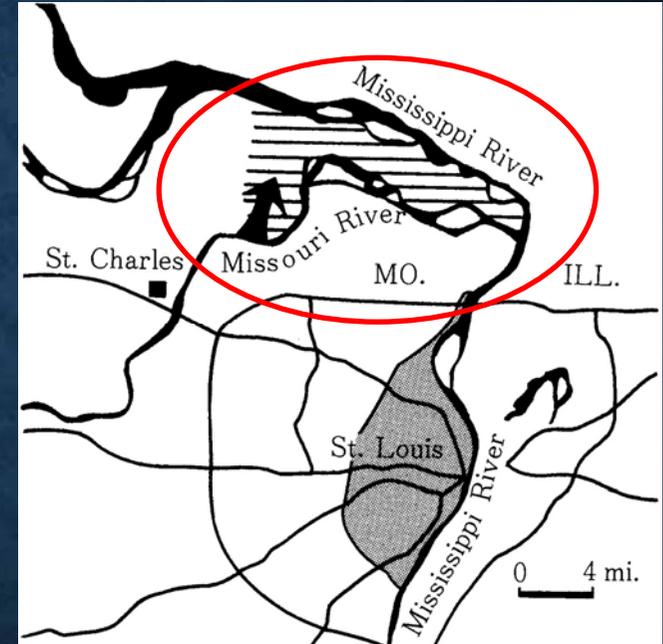
(b) 1973年のセントルイス付近の河川断面

高い堤防で川を閉じ込めた。経済発展を目指す一般的な傾向である。

”Room for Riversの教訓を生んだ。”

洪水とアメリカ、ミシシッピ川の氾濫原管理、1993年ミシシッピ大洪水を考える：米国河川研究会 編著、1994、(財)国土開発技術研究センター監修 参照

従来も繰り返されたミシシッピ・ミズーリ合流部の破堤であった



2004年狩谷田川と稚児清水川合流部、2018年高梁川と小田川合流部、2020年球磨川合流部の破堤を想起させる。

1998年 長江大洪水

100年洪水の想定水位(ダム工事中の最高防御水準である。)



三峡ダム工事用の導流隔壁(三峡下り再開後の第2便に乗船。'98.9.19)



武漢市中心部の道路沿いに設置されている防洪壁と緊急時の締切方法('98.9.22)

長江高水敷(防洪壁の川側の建物群と2階への通路。1階は水没したと思われる。)



計画的遊水地と計画的避難場所の例

荊江分洪区越流堤 と分水量制御水門



分洪区貯水容量 50億m³。
1998年には分流なし。
区域内人口 約50万人。
8月6日と16日の二度にわたって30万人
に避難指示が出された。
約20万人は分流を考慮した輪中堤内で
生活している。

計画されている最高浸水位の
マーク



荊江分洪区にある緊急避難所、2階ま
では浸水する、1997年完成。盛土に
よる高台もある。

流域管理の具体案

流域を管理する具体的な行動が謳われている(武漢龍王廟で撮影981119)。実体論への入り口。体系としては未分化。



三十二文字の方針は、1998年8月末に朱鎔基首相により発表された(洪水時の発表であることに驚く。)

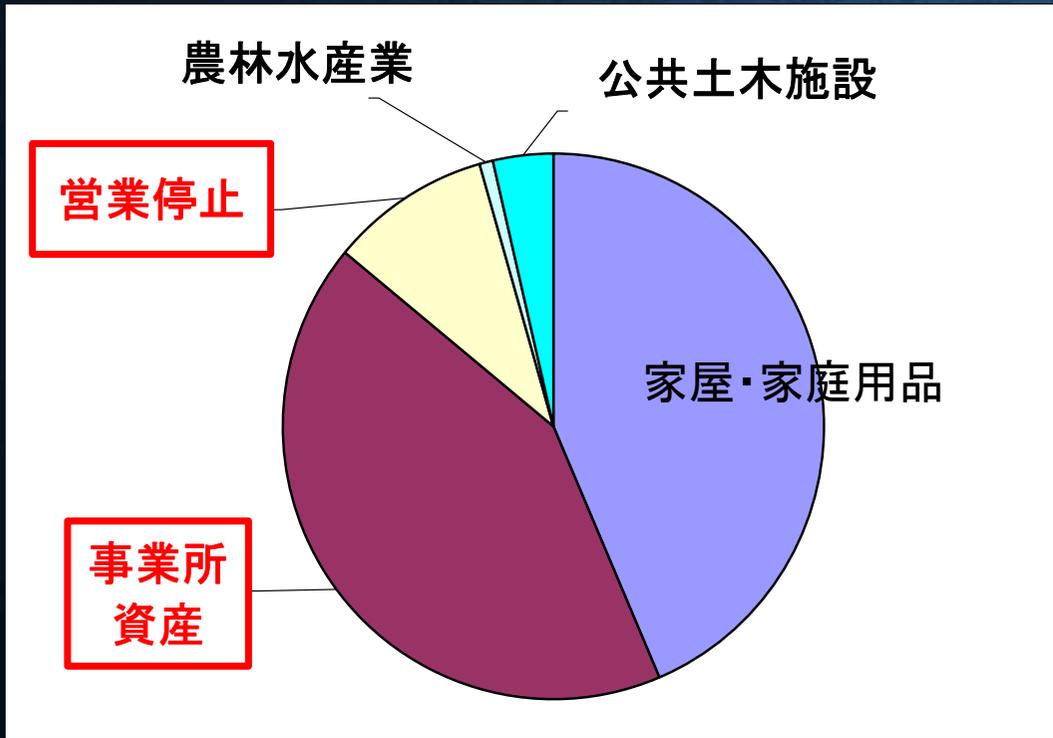
三十二文字の方針とは

- ① 水域を広げ、水が溢れださない川づくりを行う。
- ② 危険な場所に住まないまちづくりを行う。
- ③ 自然の恵みと、人間の活力をバランスよく活かす。

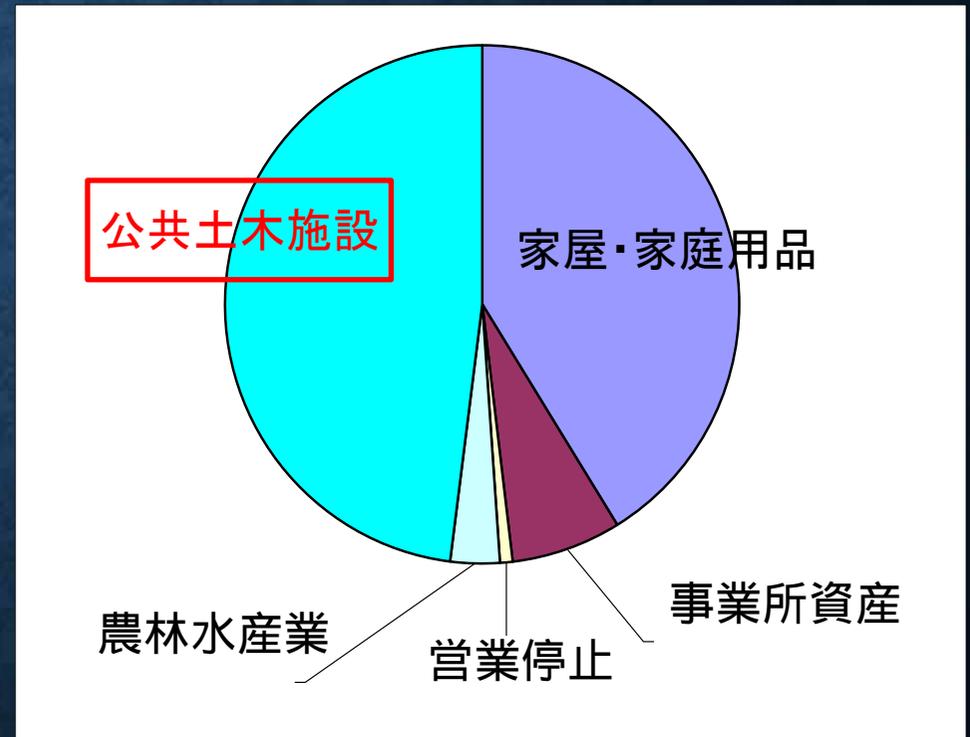
封山植樹	伐採のための入山を禁じ、植樹する
退耕還林	急傾斜地の耕地を、森林に戻す
退田還湖	干拓田を湖に戻す
平垸行洪	輪中堤を撤去し、洪水を円滑に流す
以工代賑	納税する代わりに、河川工事に従事する
建設新鎮	新しい、洪水に安全な町を建設する
加固干堤	幹川の堤防を強固にする
疏浚河道	河底を浚渫して、通水能を確保する

本格的な都市災害の体験

～2000年 東海豪雨災害の被害の特徴～



東海豪雨による愛知県内の被害区分



1998年全国平均の被害区分

(水害統計調査による)



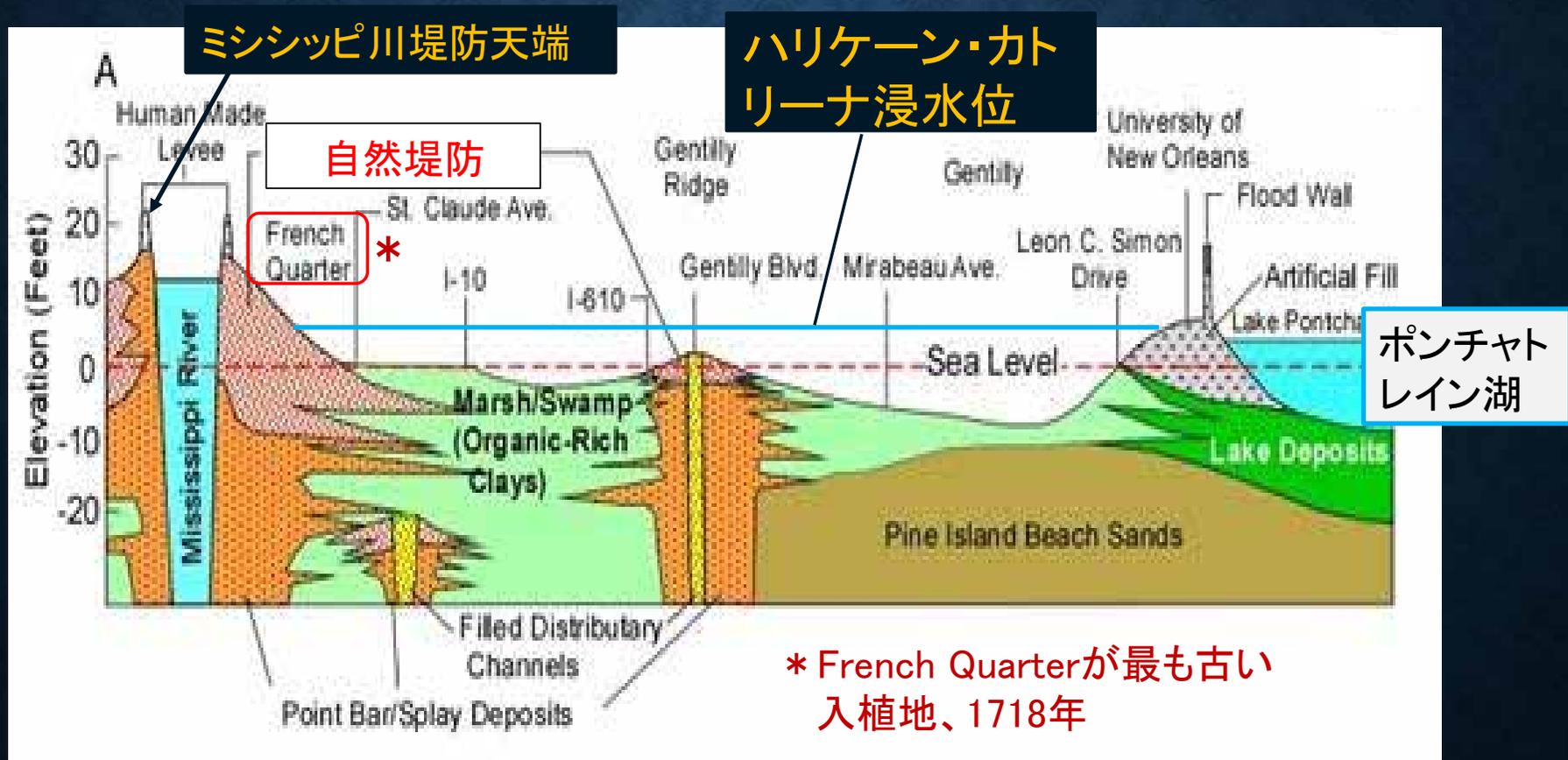
浸水により機能が麻痺した中之島町役場
(土木学会調査団による)



台風23号豪雨、由良川氾濫による大江町役場浸水

2004.12.6 撮影

ニューオーリンズの南北方向断面地質図



Nelson, S.A. : Why New Orleans is Vulnerable to Hurricanes – Geologic and Historical Factors, Lecture Note at Tulane University, 2012年12月

(II) 現象論的段階における 災害の類型化

その2. 社会の脆弱点、河川の脆弱点に
ついての取りまとめ

繰り返された被害（人間社会の脆弱点）（1～3）

番号	問題意識	例（網羅的ではない）
1	大都市での水害、供給連鎖の広域化	東海豪雨（2000）、ハリケーン・カトリーナ（2005）、タイ洪水（2011）、ハリケーン・サンディ（ニューヨーク、2012）
2	地下街・地下駅の水没	名古屋（2000）、福岡（2003）、NY（2012）京都（2013）、小田急線（2013）
3	ポンプ場が浸水	東海豪雨（天白ポンプ場2000）

続き(2)

4	<p>防災拠点の水没(市役所など)</p>	<p>西枇杷島市役所(2000)、中之島町役場(2004)、大江町役場(2004)、常総市(2015)、丸森町役場(2019)</p>
5	<p>防災指令組織の健全性(組織間の連携、住民への情報発信)</p>	<p>常総市(2015)</p>
6	<p>高齢者の避難、特別養護老人ホームの立地、65歳以上の犠牲者数が半数を超える</p>	<p>新潟・福島豪雨(2004)、山口豪雨(佐波川2009)、台風10号(岩手岩泉2016)、2020)、西日本豪雨(2018)、台風19号(2019)、令和2年7月豪雨(球磨川2020)</p>

黄色の地色は、2018年以後の事例を示す。

続き(3)

7	<p>超過洪水の発生、水防法の改正(例2015改正、大規模氾濫域、想定最大規模降雨)</p>	<p>計画規模を超える降雨:新潟・福島豪雨(2011)、関東・東北豪雨(2015)、令和2年7月豪雨(2020)</p>
8	<p>地域の再生 (避難者の故郷回帰)</p>	<p>ニューオーリンズ(避難者ルイジアナ州100万人)、東日本大震災(避難者ピーク40万人)</p>
9	<p>ダムの緊急放流(過大な放流の検証)</p>	<p>西日本豪雨(2018)、台風19号(2019)を併せて合計14ダムで緊急放流が行われた。</p>

河川における地理・地形的脆弱点

1 合流点付近

ミシシッピ川とミズーリ川(セントルイス付近、1993)、高梁川と小田川(倉敷市真備町、2018)、越辺川と入間川(2019)、久慈川と浅川(茨城県、2019)、球磨川と小川(2020)

2 狭窄部上流でのせき上げ

千曲川立ヶ花(長野市穂保地区、2019)、北上川狐禅寺狭窄部も有名であった(遊水地の設置で対策済み、上下流バランスを考える必要あり)

3 海拔0m地帯

居住地域の地盤標高で一番高いのは堤防：ニューオーリンズ、東京の江東デルタ地帯、ダッカ地域のパドマ川(1988年バングラデシュ高潮水害調査で体験)

II その3 まとめ

災害の類型化は何のために行われたか？

水工学の経験則が得られることになる



水工学の実体論が得られたことになる



それを基盤として、水工学における本質的な段階へ
向かう研究が進められることになる

しかしながら、その進展は自然科学・工学・技術などの
枠内で行われている

(III) 流域管理体系のモデル提示

—実体論的段階—

(III-その1) 河川計画体系として、現象論的段階から 脱皮できていないと悩んでいた時期

		新しい方針の理念
1980	鶴見川総合治水	流域貯留
1993	ミシシッピ洪水の教訓	Room for Rivers。河川管理から氾濫原管理への概念転換であった。
1998	長江洪水の教訓	三十二文字の治水方針。流域管理の概念を色濃く含んでいる。
2003	犀川流域河川整備基本方針	地域の歴史と伝統。ダム反対の市民運動との議論にも耐える、河川整備基本方針の軸となった。

上述の4つの新しい方針は、河川事業の中で実施され、流域管理体系として統一してまとめられたものではなかった。

III-その2 哲学体系と相並ぶものへの挑戦

地球環境の保全を論じる段階では、環境倫理を考慮すべきことはほぼ常識となっていた。地域の歴史と伝統、環境倫理は、倫理学の範疇に入る。



西欧の学問体系では哲学が完備した体系と考えられている(学問の王様)。河川計画を哲学体系と並ぶ形に体系化しようとするようになった。

III- その3 完備な河川計画とは

繰り返されている豪雨災害を出来るだけ減らすことが出来る河川計画を考えるべきではないか？この問いに答えることが出来る河川計画体系が、より良い流域管理に繋がると考えられる。

これからの話題提供では、石川県犀川水系河川整備の基本方針を議論した経験を発展させ、**水工学以外の分野を加えることにより、河川計画体系を哲学体系に昇華させた結果**を最初に示す。

哲学体系と昇華された河川計画の対比

哲学体系	論理学	倫理学	美学
完備な 河川計画 体系	水工学、 技術基準	地域の歴史 と伝統 *	土地景観 * *

玉井・山本・福本：河川計画は哲学となりうるか—犀川水系河川整備基本方針を例として—、河川技術
論文集、第10巻、2004

* および * * は、倫理学、美学に関して河川計画に於ける対応分野を象徴的に示したものである。内容は次のスライドで説明する。美学は芸術と言っても良いであろう。

倫理的側面と美的側面は河川計画で どのような機能を果たすか

* **倫理学**は河川計画の善悪を判断する座標軸である。石川県犀川基本方針では「**地域の歴史と伝統**」からの判断を最優先としたが、「**環境倫理学**」も河川計画の善悪を判断する重要な根拠を示してくれる。

* * ここで触れている**土地景観**は、「**景観生態学**」で用いられる景観の意味である。地形、地質により独自の地域生態系が発達し、その中で人間が暮らしている、という観点を示している。**美学**（芸術）が人間としての**安らぎと気品**を与えるように、**河川事業**が**地域の誇りと特徴**を与えることが重要である。

III-その4 流域管理体系への道

直前の2枚のスライドは、『河川計画が「水工学」、「地域の歴史と伝統」、「土地景観」に立脚するならば、それは「河川と都市の成り立ち」、「環境」、「開発」、「自然」を考察する流域管理計画となる』ことを示している。すなわち、以下の概念が成立すると考える。

完備な河川計画



流域管理計画

第IV章では、第III章で得られた成果を深化させ、更に普遍化された持続的な流域管理体系に到達する努力を示す。

(IV) 持続的な流域管理体系の普遍化
—本質論的段階—

2011年における個人的な思い出

1. 4月にウィーンで開催された“世界の大河川”に関する国際会議に出席し、ロシア科学アカデミーシベリア分室の放射線生態学研究室長と話をすることがあった。彼は福島第一原発事故以来、放射性物質の強度が上昇していることは研究室の観測網で感知していること、世界各地の知人もそれを感知している、と伝えてくれた。
2. 2011年8月3日の日本経済新聞文化欄で、五木寛之氏が「いま私たちに突き付けられているのは、『山河破れて国あり』という現実ではないか。」と述べた言葉には共感を覚えた。

◇国は放射性物質の広がりや放射能強度についての資料を公開しなかった。また、海洋汚染についての観測を始めなかった。1. と2. を参考にして述べれば、国は存在し、復興予算はそれなりの額を用意できたのに、である。福島第一原子力発電所の過酷事故に関係する科学的観測を継続的に行っていれば、日本の科学技術の信頼と評価を高め、農林水産物の輸出や汚染処理水の海洋放流に関する国際的・科学的議論をする会議のテーブルに座ることが出来たであろう、と惜まれる。

東日本大震災を経験した後に生まれた 2つの新しい考え

その1) 国土強靱化思想の形成。自然外力と社会基盤施設施設の設計対象外力概念の明確化とともに、従来の日本の国土政策・経済政策には一極集中の脆弱性が見られるとし、多極分散型の国土形成が掲げられた。

その2) 巨大地震に対するレジリエンス(防災・減災)は被害が甚大であり、様々な分野別レジリエンスを包括する、と考えられている。こうした観点から、平常時の高度な生活を支える エネルギー、医療、物流、情報、金融など幅広いネットワーク分野に対するリスクを回避し、国の存続性を高めるための制度と組織を持つことが必要である、という認識が広がった。

レベル1の外力とレベル2の外力に関する考察

災害事象に於ける本質は、人間が定める社会基盤整備の安全水準と、猛威を振るう自然現象の生起水準は独立である、と言える。そして、稀に起こる自然現象は、当代の地域住民が経験したことがないほどに巨大なものに達することを理解する必要がある。この両者の「独立性」と「水準の差」を考えると、両者に対しては異なるレベルを命名することが相応しい。

この節の結論として、次のようにまとめられる。

レベル1現象(外力)が社会基盤施設の整備水準に対応し、
レベル2現象(外力)が自然現象の水準に対応する。

この概念を活用してしている分野:地震外力と津波外力

津波での設計に用いる外力レベル

レベル1津波：海岸保全施設の設計水位に係る対象外力として設定する。*

レベル2津波：避難の観点から津波浸水想定の対象外力として設定する。*

河川整備計画では(レベル2降雨とは言わず)、“**想定最大規模の降雨**”という用語が2015年(水防法改正)より用いられている。

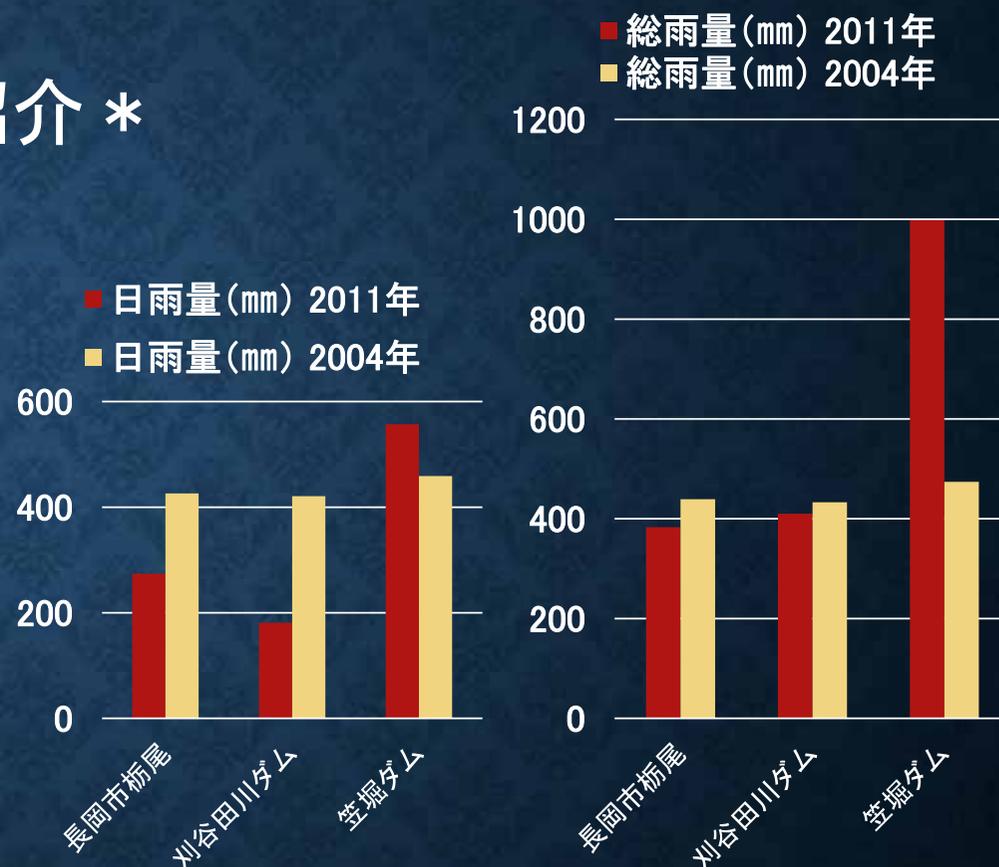
* 国総研プロジェクト報告第52号3章 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoku/kpr/prn0052pdf/kp005207.pdf>

新潟県版レベル2洪水の概念紹介 *

五十嵐川では2度とも堤防満杯流量を経験したことから、計画規模を超える洪水を新潟版レベル2洪水と名付け、これを対象として災害対策を考察した。

重要な柱は、

- 1) **人命を守る**ことを基本とする、
- 2) 氾濫によるリスク低減のため、**本支川及び上下流治水バランス**を考察する、
- 3) ハード対策及びソフト対策による**多重防御**で被害を軽減する、である。



刈谷田川流域と五十嵐川流域における平成16(2004)年と平成23(2011)年豪雨の日雨量・総雨量の比較 (2004年には総雨量がほぼ1日で降っている)

* 平成23年7月新潟・福島豪雨対策検討委員会での経緯(委員長 玉井信行)

レベルに応じた洪水の基礎概念

レベル1現象(外力)が社会基盤施設の整備水準に対応
レベル2現象(外力)が自然現象の水準に対応

洪水	計画降雨、 超過確率	基礎概念
新潟県版 レベル1洪水	例えば、1/100, 1/200	人間が定めた 社会的な水準
新潟県版 レベル2洪水	計画を大幅に 超える豪雨	自然現象の水準

目標に到達する対策例

掲げられた目標に到達するために、新潟県報告書(2012)に含められた基本的な例を下に示す。

	堤防	避難や日常の準備	流域の施設対応
新潟県版レベル1洪水 (2012)	十分な安定性	単一河川対応	なし
新潟県版レベル2洪水 (2012)	耐水化、耐越水化	広域・複数河川対応	多重防御

平成27(2015)年9月関東・東北豪雨災害の後に公表された「水防災意識再構築ビジョン」の内容は、新潟県版レベル2洪水で議論されたそれに類似していると感じる。

流域管理計画の進展に向けて～複合型の重要性

災害対策としては、L2クラスの自然外力を考える必要がある。しかし、従来の災害対策施設はL1クラスの自然外力が対象であることを、我々は自覚する必要がある。東日本大震災などを通し、防災・減災計画は破綻したわけではないが、十分ではないことが自明となった

しかし、産業革命前の人口が少なく、経済力が弱い時代には、自然資産を活用する先祖からの知恵を活かし、人工資産が耐えるべき自然外力の水準を出来るだけ下げることにより腐心してきた。地球温暖化の影響で、自然外力の強度がより高まることが予測されている時代には、自然資産と人工資産を複合的に活用することが賢明な流域管理である。

複合型の分析例

広大な面積を持つ海岸湿地は、複雑な地形により海水の流れを緩めたり、草本類が存在する場合には波や風を減衰させる効果がある。また、そこに生息する生物の活動により、水質の浄化に貢献する。このような効果を“水平な堤防”と喩えて、ハリケーン被害軽減に対する海岸湿地の価値を算定した研究がある。(Costanza & others, 2008)

米国における1980年以降の主要な34のハリケーンを対象として分析が行われた。総被害額、GDP、暴雨時に冠水する草本が存在する湿地面積、暴風の最大風速などの指標の間の相関式は、詳細な資料が得られるミシシッピ川三角州地帯を対象として決定された。その関係を全米に展開し、米国の海岸湿地はハリケーン被害を年間232億ドル(約2兆4千億円)軽減する効果があると結論している。

新国富論の登場 - 持続可能な開発会議（リオ+20, 2012）

新国富指標は、

- i) 経済生産活動に関する人工資本、
- ii) 教育と健康などの人的資本、
- iii) 農地・森林・漁業・鉱物資本および環境資本などの自然資本、
- iv) その他の資本（原油価格上昇、CO2排出、人口変化など）

の価値により構成され、「現在を生きる我々、そして将来の世代が得るであろう福祉を生み出す、社会が保有する富の金銭的価値」を指す。ここでの「福祉」は、英語のWell-beingを表わし、人々が享受する幸福のことである。

GDPとの差

GDPは国の生産規模を表わす指標であり、これを増加させることだけを考えると現在の世代が自分の幸福のために資源を浪費し、将来の世代の福祉(人々が享受する幸福を意味する)を犠牲にしてしまうことに繋がる。

資源の現存量を考えていないGDPは、持続可能性を表わす情報を与えてくれない。

この欠点を補うものが新国富指標であり、GDPとともに利用することが重要であるとされる。

新国富論管見*

用いる資料の最新年度は2010年度、GDPでは日本は世界第2位で504兆円である。新国富指標は6,024兆円でGDPの約10倍であり、こうした大きな差が生ずるのは、GDPはフローのみを計測し、自然資本と人的資本というストックの量を把握できないためである。

資本別の世界ランキングを眺めると、人的資本が世界第2位、自然資本は世界第29位である。人的資本は日本の約10倍の人口を有する中国およびインドを上回っている。それは高等教育を修了する人の割合が多く、それに伴って得られる労働報酬も高く、一人当たりの人的資本の値が高いためである。

少子高齢化と人口減少の影響(2010年を基準に2050年への影響)を考えると、人口減による教育資本の減少は21%、健康資本の減少は8%で総量で約30%の減少であった。健康資本への投資を増やし、健康に生きることで稼得できる所得の増加を図ることが肝要であることが提案されている。

* 馬奈木俊介・池田直也・中村寛樹:新国富論、岩波ブックレット No.961, 70pp., 2016.

ハリケーン・カトリーナからの再生を図るルイジアナ州計画

ルイジアナ州の海岸地帯の再生には自然の力(ミシシッピ川との共生)が必要であることを明示している。また、人間によるミシシッピ川の利活用(ダムと堤防建設)がミシシッピ川デルタへの土砂供給を減じていることを指摘している。続いて、海岸地帯の再生方法として、ミシシッピ川が運んでいる土砂を資源として利用する(例えば、計画的な中小氾濫とそれによる土砂輸送など)ことが重要であると提案している。

「2012ルイジアナ海岸基本計画」*は元々のミシシッピ・デルタとそれに連なるルイジアナ海岸は自然が作り上げた資産であり、デルタがハリケーンの高潮を減衰させてきたと考えている。そして、自然と人為の複合的な組み合わせが経済合理性にも繋がると結論している。

* State of Louisiana: Louisiana's Comprehensive Master Plan for Sustainable Coast-committed to our coast, 188pp. 2012. <https://biotech.law.lsu.edu/la/coast/2012-Coastal-Master-Plan>

オランダ 水5カ年計画2016-1

国土の約1/4が海面以下に有ると言われ、水に関わる施策については長い伝統を持つオランダの近況をオランダ政府の資料*から眺めてみる。この資料の第2章は洪水危険度対策(Flood Risk Management)である。目を引くのは年に一度の氾濫確率を10万分の1以下に抑えることがオランダにおける許容範囲であることを中央政府が新しく定めたことである。

これは基本洪水の再現確率年を10万年以上とすると宣言したことであり、超長期を見据えた計画に移行するという、画期的な選択である。

* Central Dutch Government: National Water Plan 2016-2021, 74pp., 2015.

<https://www.government.nl/documents/policy-notes/2015/12/14/national-water-plan-2016-2021>

オランダ 水5カ年計画2016-2

土地利用計画 (spatial planning) においては気候変動を考慮した上で、洪水に関係して被害や犠牲者が出ないような強靱化を2050年までに図ることを目指すと述べられている。これは都市計画と治水計画を一体的に考える方針である。

オランダ政府は、水に関わるすべての事業 (洪水、水質、水供給) の関係者に対して、計画段階で自然との結合や一体化を図ることを求め、実施計画や施行段階では、自然の過程に順応できる、自然と共に根付いてゆく事業の実施を求めている。

【新着目点1】 III部では、完備な河川計画(2004)と流域管理計画と等価と見做せることを述べた。2004年以降に、東日本大震災に象徴される多くの自然の脅威を体験し、見聞すると、河川域と都市域を包括した流域管理が重要であるという考えは益々強くなってきた。

【新着目点2】 IV部においては、自然の脅威(その種類、その大きさ、温暖化の影響)、社会生活(その広がり、密度、年齢構成の変化)が項目ごとに変化し、また項目間の相互関係が変化して行く複雑な世界であることを実感させられた。

【反省点】 2004年に至る段階では、主に水工学と応用生態工学を視野に入れて考えていたことを反省させられた。流域と市民生活の分野に適応できる科学(自然・人文・社会などの科学)分野への考察が不十分であった。

体系において本質的な展開を行うべき内容は何か？

持続的な流域管理とは何か？に関して、本質的な展開を行うことが出来る要素を発見できた、という感覚を得た。

実体論モデルにおいて、哲学における倫理学と美学に対応する分野に関して新しい軸に選択する必要がある。

善悪の判断基準としては、“福祉指標(新国富論)”の考えを中心に据えることが、人工資産・自然資産・高齢化社会などを複合的に考えるのに相応しい。

日常生活の多くの面で我々の行動に幅広く、大きな影響を与える美学・芸術的判断基準は“感性”とするのがより普遍的である。

「持続的な流域管理体系」の構成要素

(参考)哲学の対応要素	科学・技術の論理	倫理としての価値観	心に響く共感
<p>持続的な流域管理体系</p>	<p>流域に関わる科学と技術</p>	<p>福祉指標 (新国富論)</p>	<p>感性</p>
<p>住民生活の安全・安心を高める施策の例</p>	<p>レベル1豪雨を対象とした施設整備、持続性を高める広域対策の作成</p>	<p>将来世代の福祉を考慮、“レベル2豪雨に対しては避難”という意識を身に付ける</p>	<p>“避難開始の決心は感性”</p>

新しく提示された持続的な流域管理体系の特徴

持続的な流域管理体系に新しく導入した福祉指標は、人々の幸福度の軸と名付けることが出来る(経済評価として、新国富論の導入が変化点である)。経済生産活動に関する人可能工資本、教育と健康などの人的資本、農地・森林・鉱物及び環境資本などの自然資本などを総合して考えることにより、将来の世代の幸福度を推定可能である。そして、高齢化社会に直面する流域での住まい方についても一般的に考察できる。

次に、感性の軸を考えることにより、日々の生活面で我々が行動するときの基礎となっている、情緒的な精神の役割を十分に認める構造となったものとする。

このようにして前ページに示された体系は、「持続的な流域管理」に対して本質的な体系として貢献できるものとする。

レベル2豪雨という用語を 持続的な流域管理体系に導入する意義

- (1) 河川・土砂災害の世界においても、地震防災、津波防災と同じ概念を共有できる。
- (2) 堤防神話を防ぐことが出来る(理由:堤防が守るのはレベル1の豪雨のみであるから/ 利点:直ちに避難を連想できる)
- (3) ”想定最大規模の豪雨”という用語では、この規模の豪雨も河川整備計画に含まれていることを連想させる。そして、住民が避難を考える意識が弱くなる心配がある。

避難の課題

レベル1豪雨、レベル2豪雨概念の導入は、避難する必要があることを“自ら感じ取るために有効である”。その理由は、人間が作った施設の能力(レベル1)を超える自然外力(レベル2)がある”ことを明示しているためである。

大局：地形を体得していることが重要である。

避難の主体は個人であり、行政はそれを支援する。避難の決心は個人の感性で決まる。

準備の例

1. 自分自身で避難のタイムライン作成する(避難は自分の問題である、と自覚する)。
2. 事前に避難所まで歩き、避難路を自分で体験する。
3. 避難路の周辺を観察し、危険箇所(危険物)がないかを確認する。

講演の結論と展望—1

1. 若い人へ

学問の進歩の源は、学問の中に内在している。
「より本質的な段階へ近づくとは何か？」に目を向け、努力をして欲しい。

2. 国際活動について

自分に関連した研究および日本の文化と歴史に関して自分の言葉で語る事が出来れば、シニアの研究者とも深いところまで話す事が出来る。

講演の結論と展望—2

3. 講演においては「持続的な流域管理」に対して本質的な体系として貢献できると考えるものを提示した。体系を構成する主要な柱は、科学の論理、倫理としての価値観、心に響く共感、である。こうした柱を構成する新しい軸は福祉指標と感性である。柱の位置付けは、哲学の体系に倣うのが良いと考える。

4. 体系を構成する個々の軸の内容に関する展開・深化は、今後期待している。また、具体的な制度や事業が必要な場合には、関連する多くの行政分野、地域の機関、市民団体、個人(学識者、市民の皆さん)などのすべての利害関係者を含む接近法(all stakeholders' approach)が望ましい。

講演内容の参考文献 河川レビューの連載記事4編

- 1) 玉井信行: 6年前の3. 11を巡る思い出、河川レビュー、Vol.46、No.174、4-8 (2017 春号) 2017年3月.
- 2) 玉井信行: 持続的な流域管理への展望(その1)、河川レビュー、Vol.46、No.175、4-12 (2017 夏号) 2017年9月. 印刷では(その1)脱落
- 3) 玉井信行: 持続的な流域管理への展望(その2)、河川レビュー、Vol.46、No.176、4-13 (2017秋号) 2018年3月.
- 4) 玉井信行: 持続的な流域管理への展望(終章)、河川レビュー、Vol.47、No.177、4-16 (2018冬号) 2018年3月.

終了

ご清聴ありがとうございました