

港空研・国総研の更なる飛躍を期待 — 研究と評価 —

日下部 治

@港湾空港技術研究所 60 周年記念講演会

2022年10月13日

歴代港湾空港研所長、理事長等

港湾技術研究所長

小林 正樹 氏、小和田 亮 氏

港湾空港技術研究所理事長

小和田 亮 氏、金澤 寛 氏、高橋 重雄 氏

海上・港湾・航空技術研究所理事（港湾空港技術研究所長）

栗山 善昭 氏、稲田 雅裕 氏、高野 誠紀 氏

港湾空港研究所運営の基本方針

Ⅱ 港湾空港技術研究所の使命と目標

『世界に貢献する技術を目指して』を不動の目標

1. 「世界最高水準の研究を行う研究所」
2. 「社会に貢献する研究所」
3. 「only-oneの研究所」
4. 「一人一人の自主性と創意工夫に満ちた研究所」

<https://www.pari.go.jp/about/policy.html>

国総研の使命

住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、

技術を原動力に、

現在そして将来にわたって安全・安心で

活力と魅力ある国土と社会の実現を目指します

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/pr-simei.html>

研究方針 基本姿勢

- 技術的専門家として行政の視点も踏まえ、国土交通省の政策展開に参画する。
- 研究活動で培った高度で総合的な技術力を実務の現場に還元する。（**社会実装、災害対応、基準**）
- 国土・社会の将来像の洞察と技術開発の促進により、新たな政策の創出につなげる。（**港湾計画、国際競争力**）

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

観察科学と理論科学

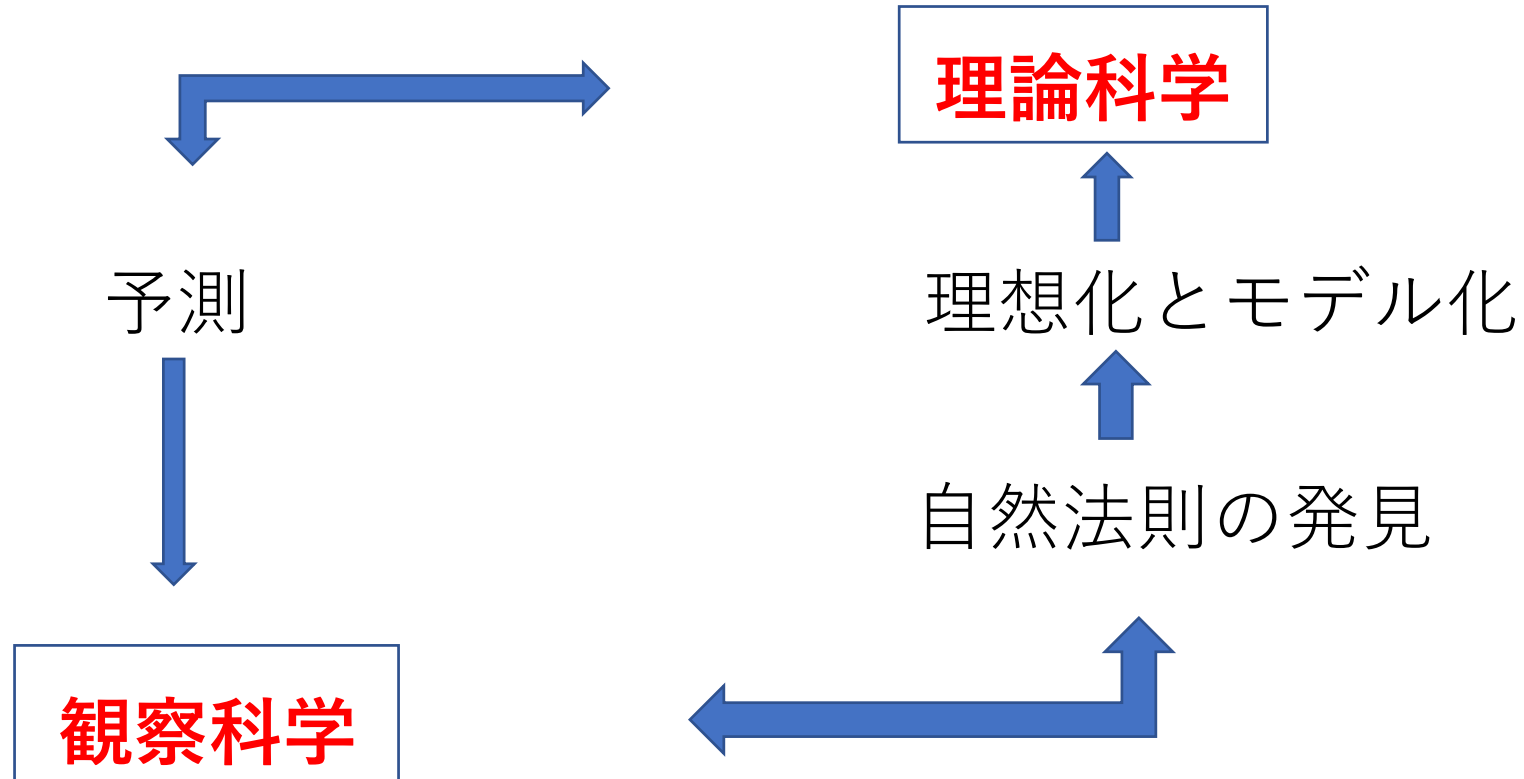
- Kusakabe, O.

“Observation of soil particles and structures”

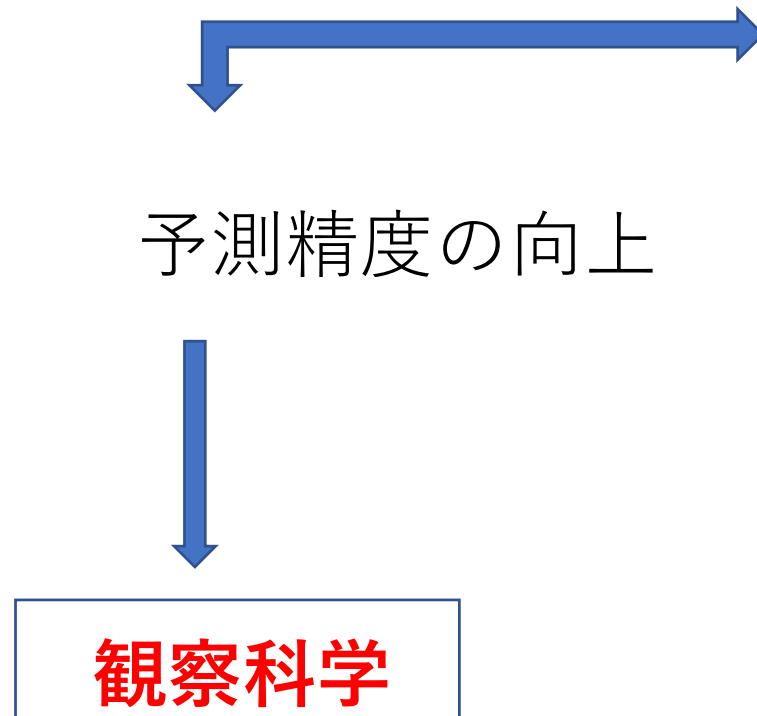
Proc. of 13th Asian Regional Conf. on SMGE, Vol. II,
245-252. 2007.

観察科学と理論科学

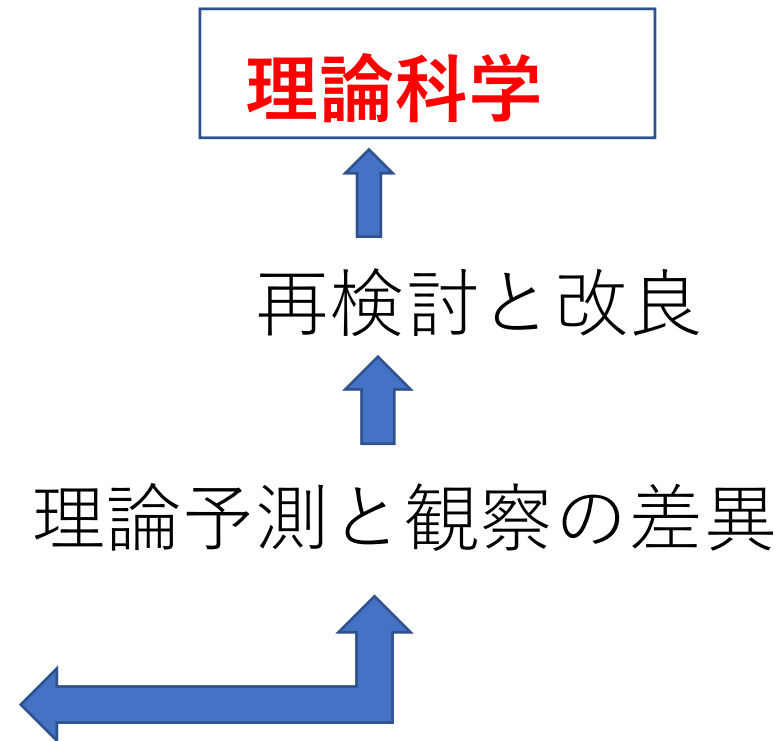
Theory is always after the fact.



螺旋的發展



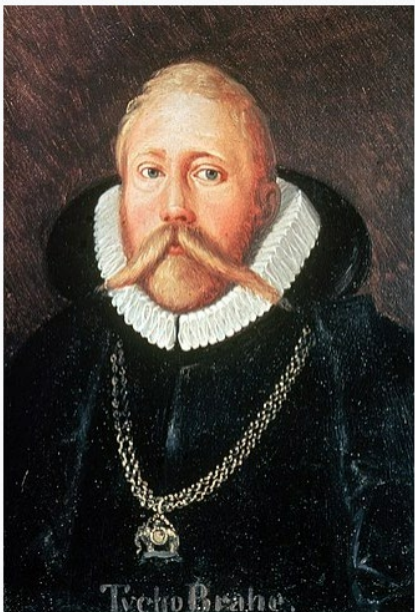
補完的關係



観察から理論: ケプラーの第一法則

惑星は太陽を焦点の一つとする楕円軌道上を動く

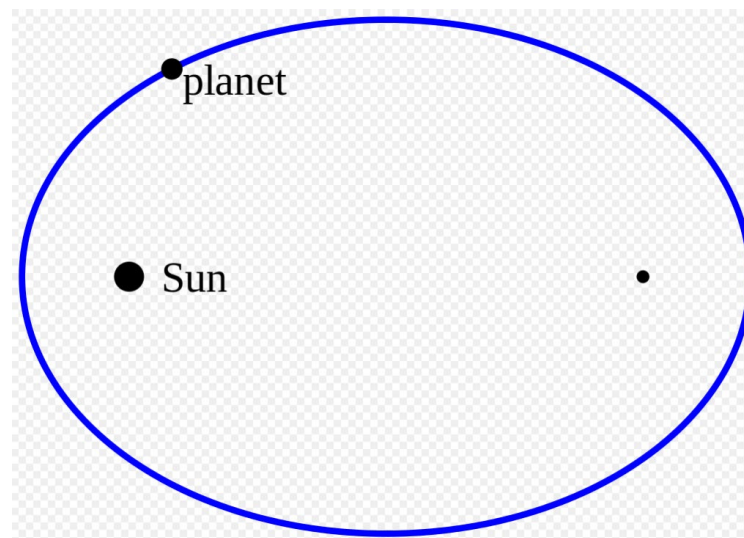
ティコ・ブラーエ



ヨハネス・ケプラー



(写真はWikipediaより)



$$r = \frac{h^2 / \mu}{1 + \varepsilon \cos \theta}$$

r : 太陽と惑星の距離

θ : 真近点角

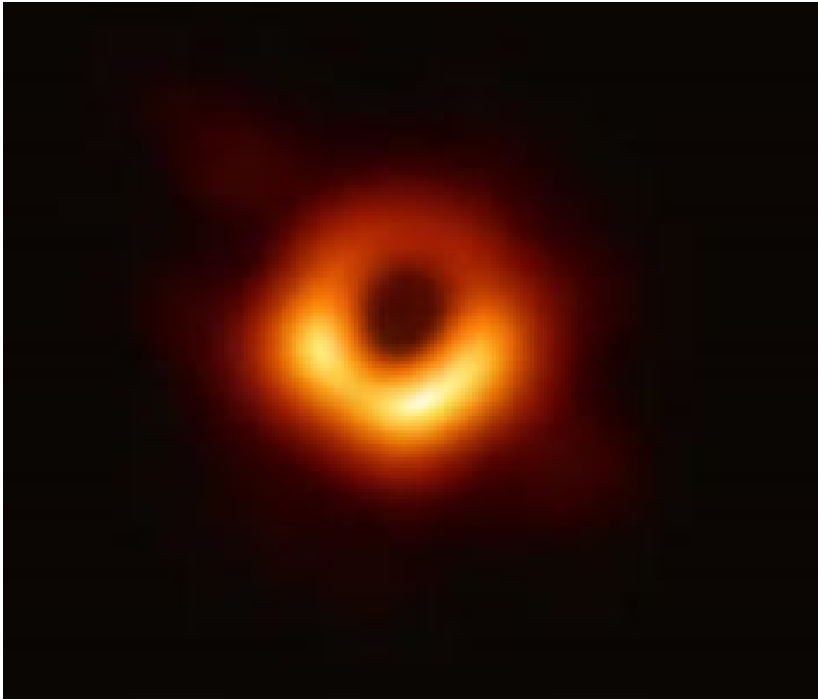
h : 角運動量

μ : G (万有引力定数) $\times M$ (太陽質量)

ε : 離心率

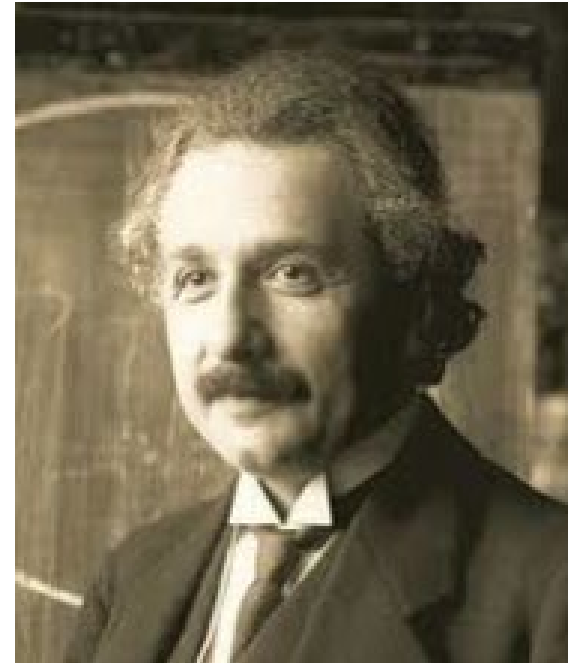
理論から観察:相対性理論

ブラックホールの予測と実測



M87中心部の超大質量ブラックホール

https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/12593_m87



アインシュタイン

(写真はWikipediaより)

アインシュタインの方程式と シュバルツシルトの解

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

$R_{\mu\nu}$: リッチテンソル (時空の曲がり具合を決める)

R : スカラー曲率 (時空の曲がり具合を決める)

$g_{\mu\nu}$: 計量テンソル (時空の性質を決める)

$T_{\mu\nu}$: エネルギー運動量テンソル (物質場の性質を決める)

Λ : アインシュタインの宇宙定数 (実効的に万有斥力を及ぼす)

G : ニュートンの万有引力定数、 c : 光速

μ と ν は0,1,2,3のどれかの値をとる添え字

$$ds^2 = - \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r} \right) c^2 dt^2 + \frac{dr^2}{1 - \frac{2GM}{c^2 r}} + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)$$

地盤工学における観察科学の役割

理論科学 >> 観察科学

理論先行型 物理学、天文学

予言、予測を観察で確認

理論科学 < 観察科学

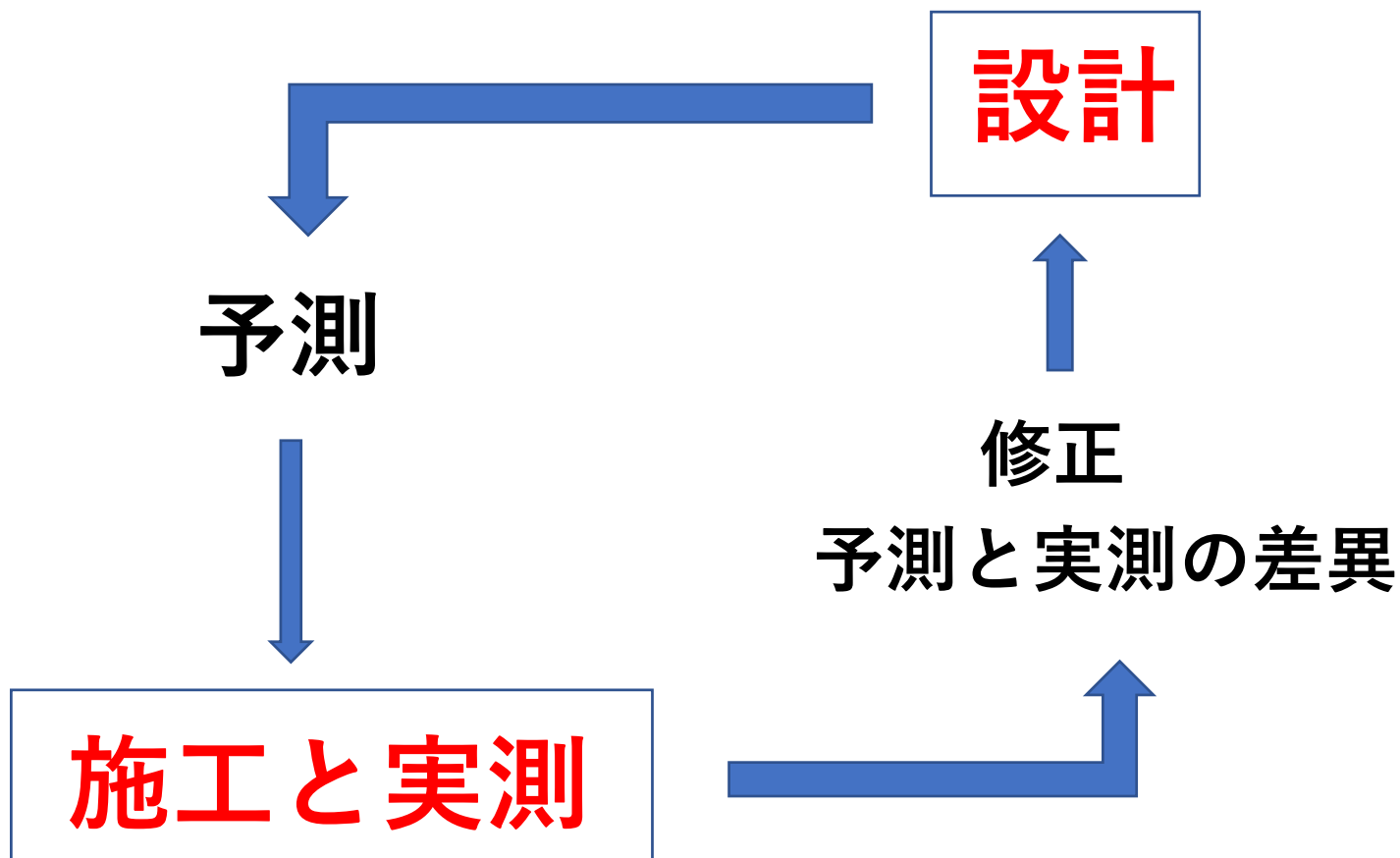
観察重視型 土質力学/地盤工学

精密科学にはならない

Observational Method (Terzaghi)

観測施工

観測施工（設計と施工）

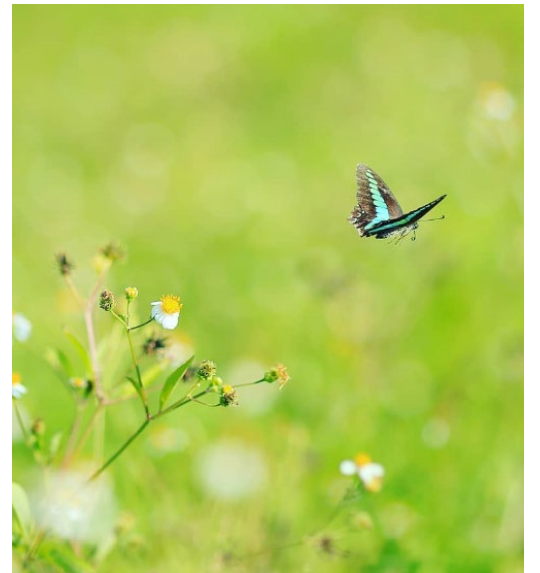


観察における予測の重要性



日高敏隆

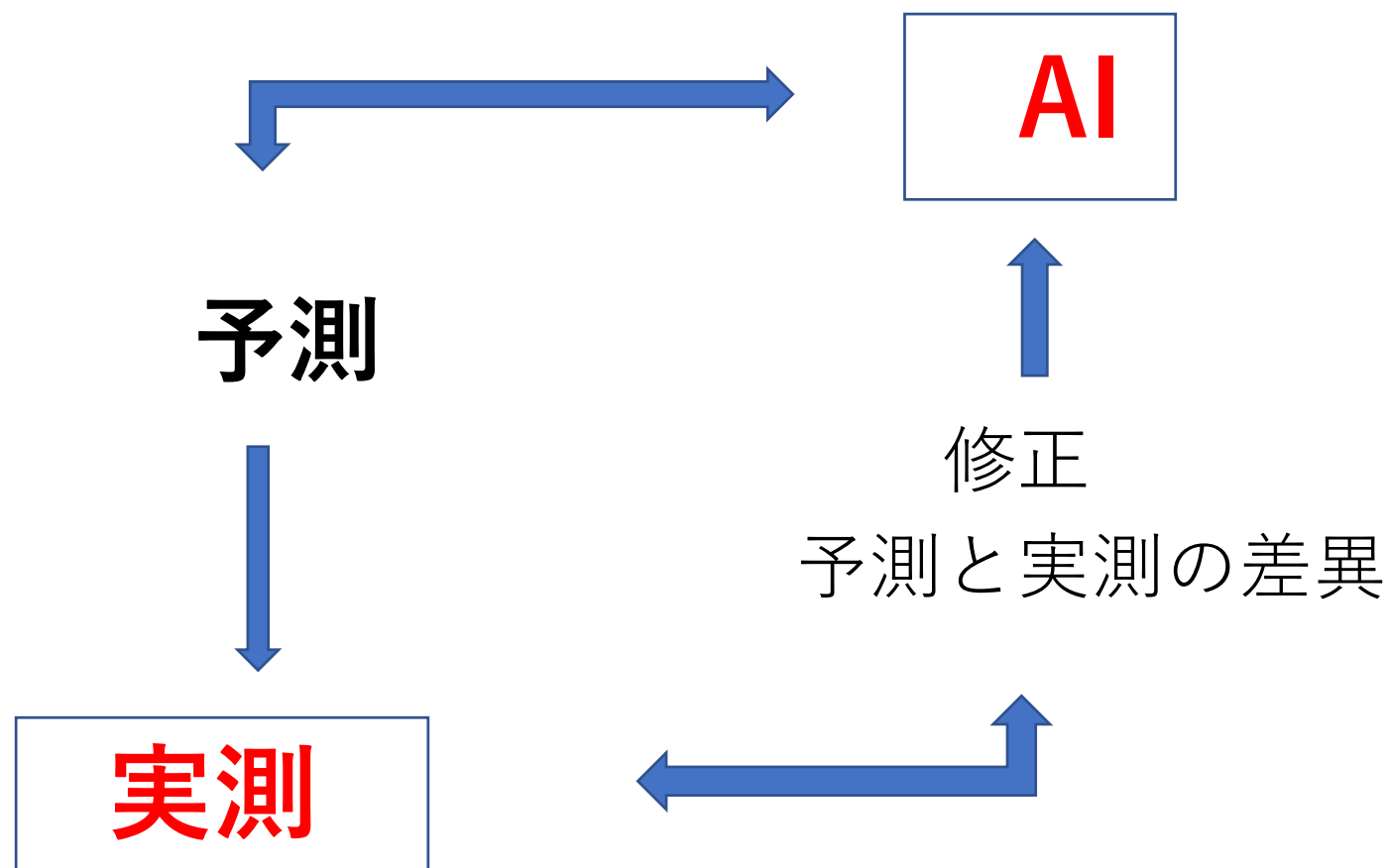
- 予測があると法則を見つけやすい。
- 予測しないと法則を見つけにくい。
- 予測しないと予測以外の法則も見つけれられない。
- 観察する前に予測をすることが必須



研究計画書の評価

- 観察/理論のループが想定されているか？
- 目的の明確化/方法論の明確化がされているか？
- 研究成果の予測がされているか？

AIの役割



地震・波浪データの集積

強震観測年報

港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No.1223 December 2010

港湾地域強震観測年報（2009）

野津 厚
若井 淳

波浪観測年報

港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No. 1209 March 2010

全国港湾海洋波浪観測年報（NOWPHAS 2008）

河合 弘泰
佐藤 真
川口 浩二

災害被害調査報告

兵庫県南部地震

港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 813 Sept. 1995

兵庫県南部地震による港湾施設の被害考察

国総研・港湾空港研合同

東北地方太平洋沖地震

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.798

September 2015

港湾空港技術研究所資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No.1291

September 2015

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による

港湾施設等被害報告

宮島 正悟・小泉 哲也・宮田 正史・竹信 正寛・坂田 憲治・浅井 茂樹・福田 功・栗山 善昭・
下迫 健一郎・山崎 浩之・菅野 高弘・富田 孝史・野津 厚・山路 徹・鈴木 高二朗・有川 太郎・
中川 康之・佐々 真志・森川 嘉之・水谷 崇亮・小濱 英司・加島 寛章・高橋 英紀・
大矢 陽介・遠藤 仁彦・原田 卓三・青木 伸之・佐瀬 浩市・山本 貴弘・早川 哲也・林 誉命・
西谷 和人・白井 正興

観察機器の整備 ー土の微視的構造ー

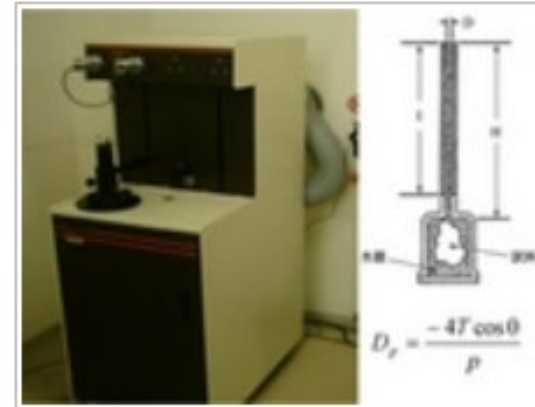
電子顕微鏡



デジタル顕微鏡



水銀圧入型ポロシメータ



自然堆積地盤の微視的構造と力学特性に関する研究委員会
地盤工学会

委員長 土田 孝氏

公開資料：港湾空港研

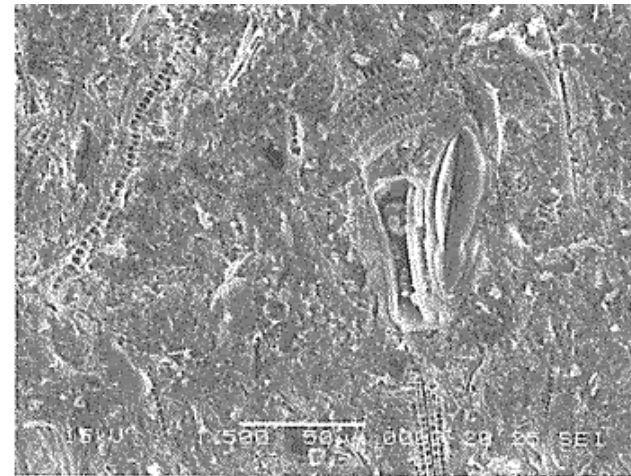
その成果：大阪湾洪積粘土

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

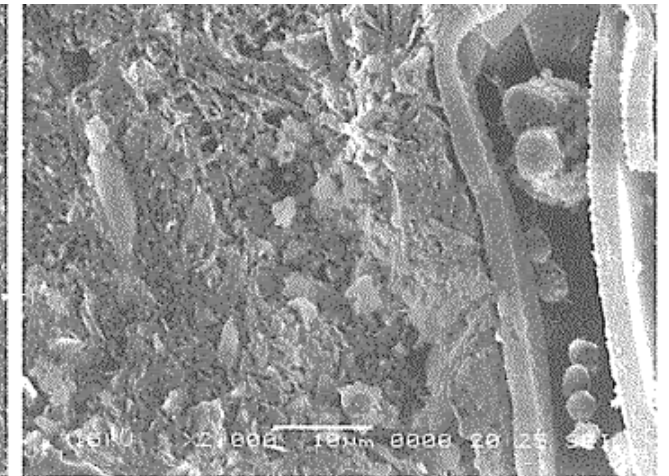
No.1032 December 2002

S E Mおよびポロシメーターを利用した土の微視的構造の視察とその評価

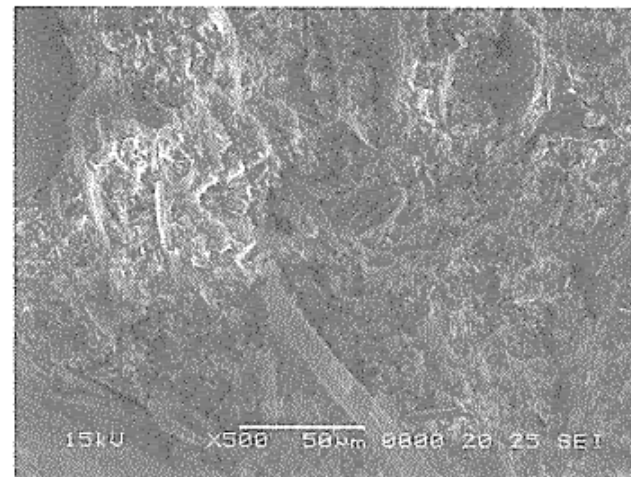
姜 敏 秀
渡 部 要 一
土 田 孝



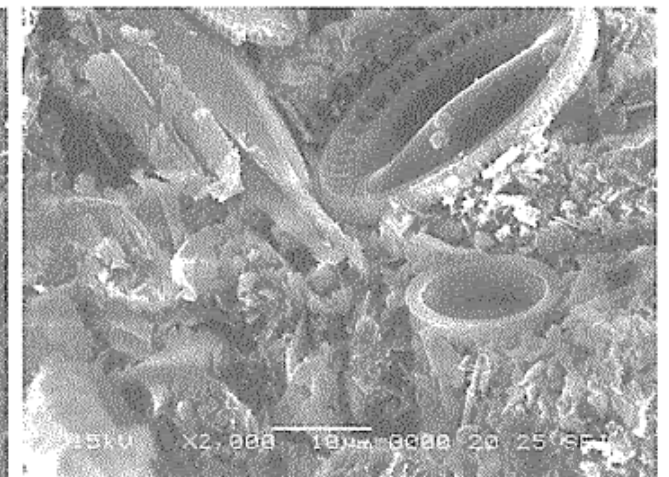
(d)OFF x500



(d')OFF x2000



(a)OFF x500



(a')OFF x2000

観察機器：マイクロフォーカスX線CTスキャナー

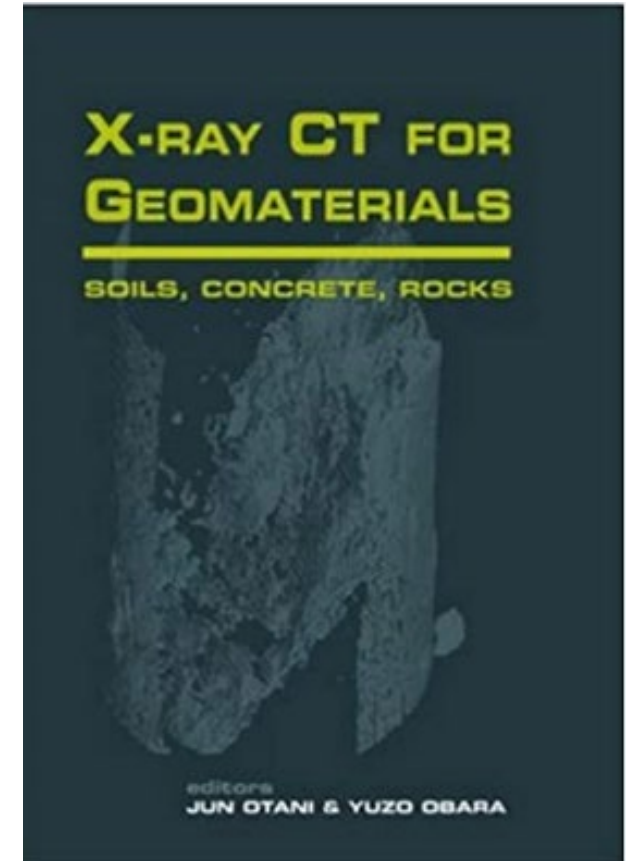
TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No. 1125 June 2006

マイクロフォーカスX線CTスキャナの
地盤工学への適用性の検討

菊池 喜昭
水谷 崇亮
永留 健
畠 俊郎

菊池 喜昭氏



熊本大：大谷 順教授

<観察から始まる科学>

研究所への期待 — その1 —

- ・ 現地観測、災害調査の重要性、継続性
- ・ 観察の重要性、実験的研究の重視
- ・ 観察機器の充実・高度化・精緻化

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

知識波紋



地盤工学会の将来と社会貢献

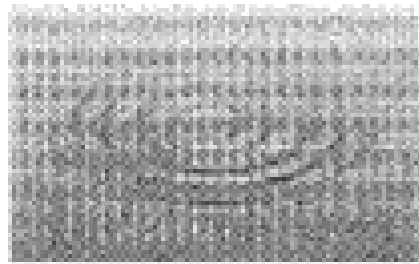
Future of Japanese Geotechnical Society and its Contributions to Society

日下部 治 (くさかべ おさむ)

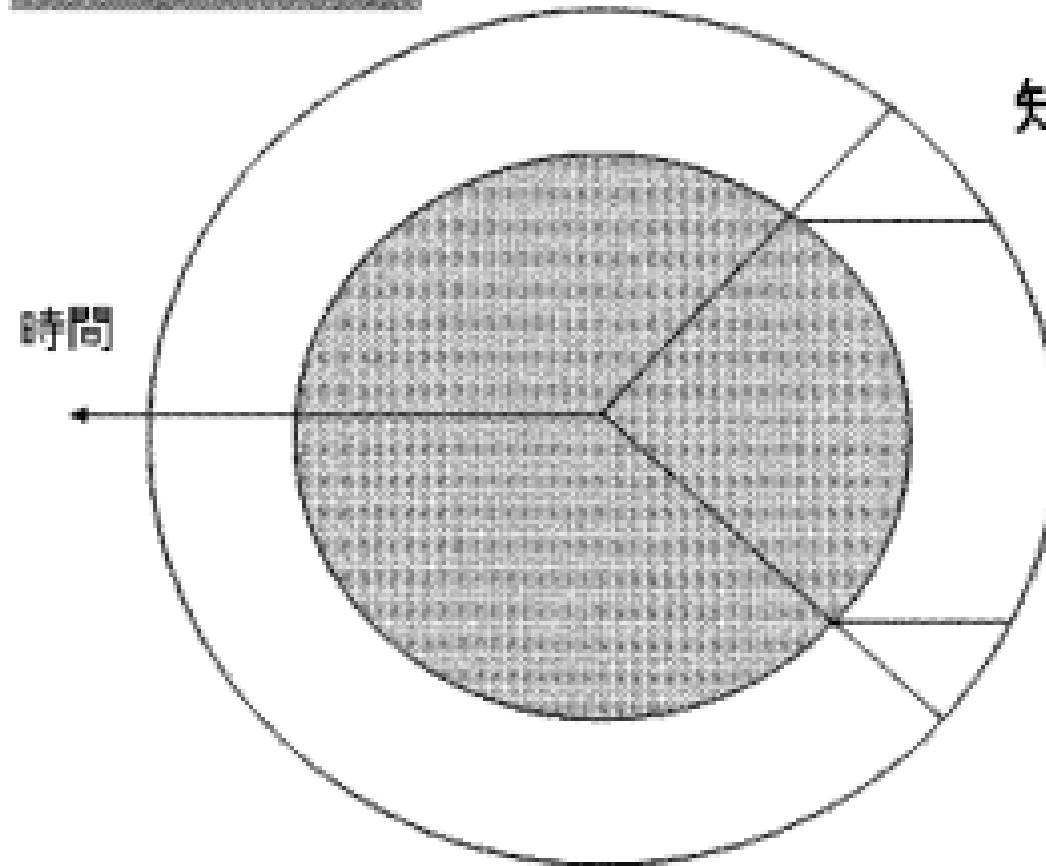
(社)地盤工学会副会長, 東京工業大学大学院教授

地盤工学会誌 2007年 1月号

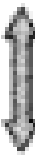
<https://pixabay.com/ja/photos/%e8%90%bd%e3%81%a8%e3%81%99-%e3%82%b9%e3%83%97%e3%83%a9%e3%83%83%e3%82%b7%e3%83%a5-%e5%bd%b1%e9%9f%bf-1759703/>



知識波紋の拡大



知的空間のvoid形成



連携

知的領域の確立・固定化
(既成の学術分野・学会)



連携

知的空間のvoid形成



新たな学問分野
新たな学会形成

図—1 知識波紋と学会の形成

港湾空港研における 2つの好例

生態地盤学の提案と確立

地盤工学と沿岸環境学との学際分野

地盤・水理ハイブリッド実験手法の確立

地盤工学と水理学との学際分野

New discoveries often emerge from the field of interdisciplinary.

干潟・砂浜の生態地盤学

佐々真志

動土質研究チームリーダー

(独) 港湾空港技術研究所 地盤研究領域

公開資料：佐々真志氏

「生態地盤学」

多種多様な生物生息場を担う地盤表層の土砂物理の体系的な理解
を基に、地盤と生態の関わりを系統的に探究・解明し、
生態保全・再生に直接資する工学的指針を構築する
工学・理学・生態学を横断する学際新領域

現在までの知見:

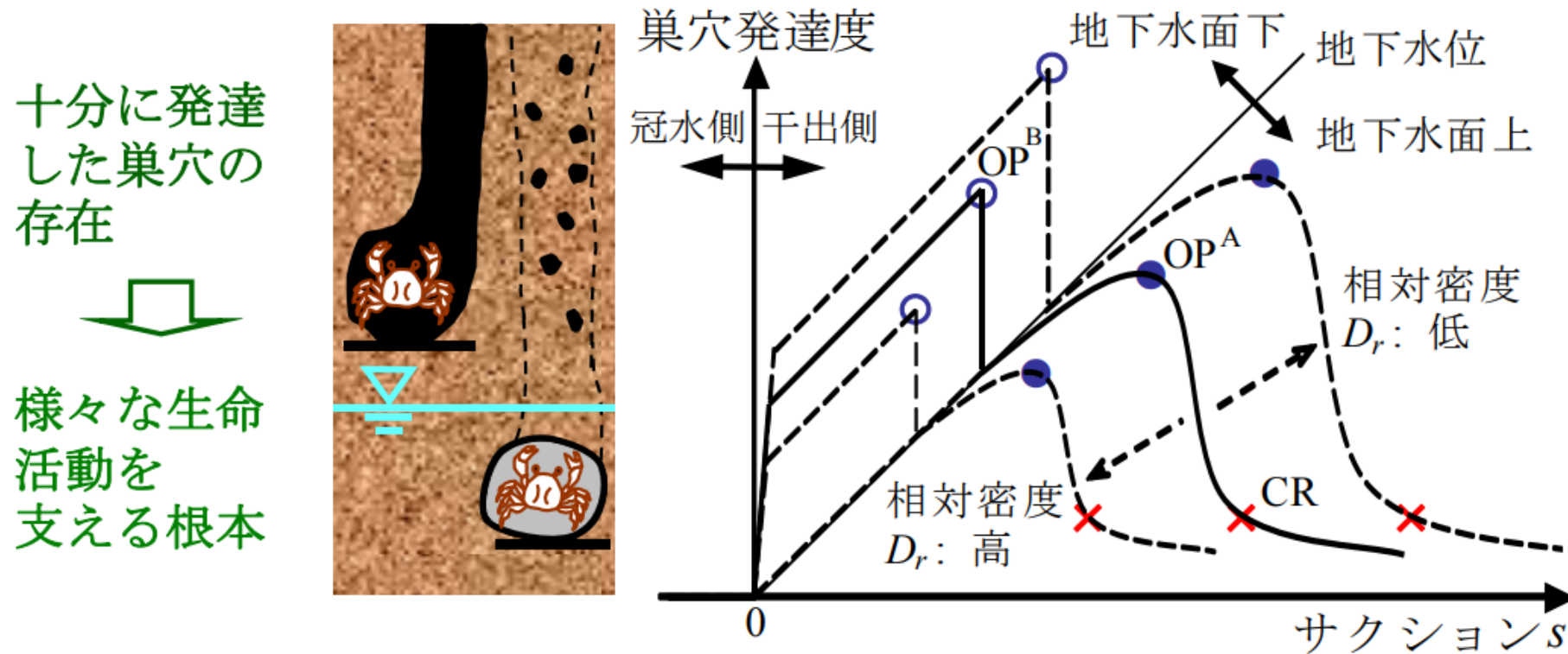
地球物理学, 海の生態学分野の世界のTop journals に掲載

- 干潟・砂浜土砂環境場の体系的なモニタリング・評価手法の開発
砂質干潟、泥質干潟、浚渫土砂を含む造成干潟、砂浜潮間帯
- 多様な土砂環境動態と発現メカニズムの解明
保水動態、土砂の安定性、堆積構造の形成、砂州地形
- 生物活動の適合土砂環境場の解明
巣穴住活動、潜砂活動、鳥の採餌活動、環境選択行動
- 生物住環境の評価・設計・管理指針の構築
土砂性能、生物多様性、絶滅危惧種

公開資料：佐々真志氏

干潟底生生物の巣穴住活動に果たす土砂物理環境の役割

現地観測とともに、大気・水環境因子を統一し土砂環境条件を精緻に
制御・変化させて生物応答を詳しく検証しうる生態地盤実験手法の開発



コメツキガニの巣穴住活動－土砂環境場のリンクモデル

サクション (土中水分張力) を核とした土砂物理環境が、
巣穴住活動の臨界・最適・限界条件を支配している！

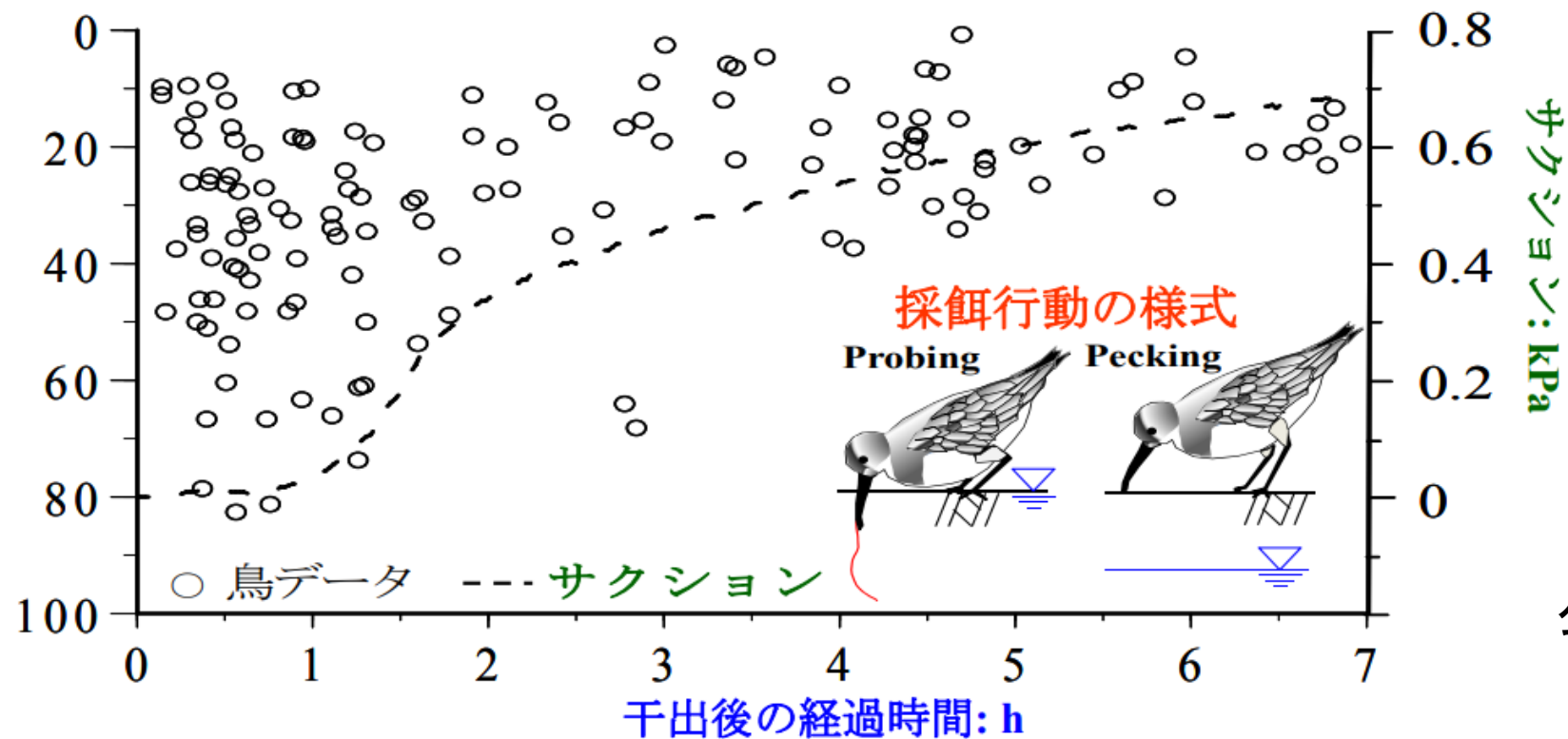
公開資料：佐々真志氏

鳥と地盤と底生生物の関係に 果たす土砂物理環境の役割

—ハマシギの採餌活動とサクション
動態の密接な関係を示す現地観測
結果—



全採餌活動に対するProbingの割合: %



公開資料：佐々真志氏

地盤・水理ハイブリッド実験

Schofield Lectureで紹介

2022年9月

10th ICPMG

ICPMG 2022

10th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics
19(Mon) – 23(Fri) September 2022 / KAIST, Daejeon, Korea

Development and Challenges of Physical Modelling– Japanese contributions

¹Osamu Kusakabe

International Press-in Association, Executive Director, Japan, ipa.kusakabe@press-in.org

ABSTRACT

This lecture note describes development and challenges of physical modelling in geotechnical engineering with a special reference to Japanese contributions. A review on role of physical modeling is given. Development of modelling techniques and apparatus over a half century is presented in six selected areas, model preparation, soil characterization, modelling construction sequence, modelling earthquake, modelling ocean wave, and modelling tsunami events. A few scaling issues are discussed in relation to generalized scaling laws and spatial variability. Comments on large model test under 1 g environment are briefly given.

Keywords: model preparation, soil identification, construction sequence, earthquake, ocean wave, tsunami

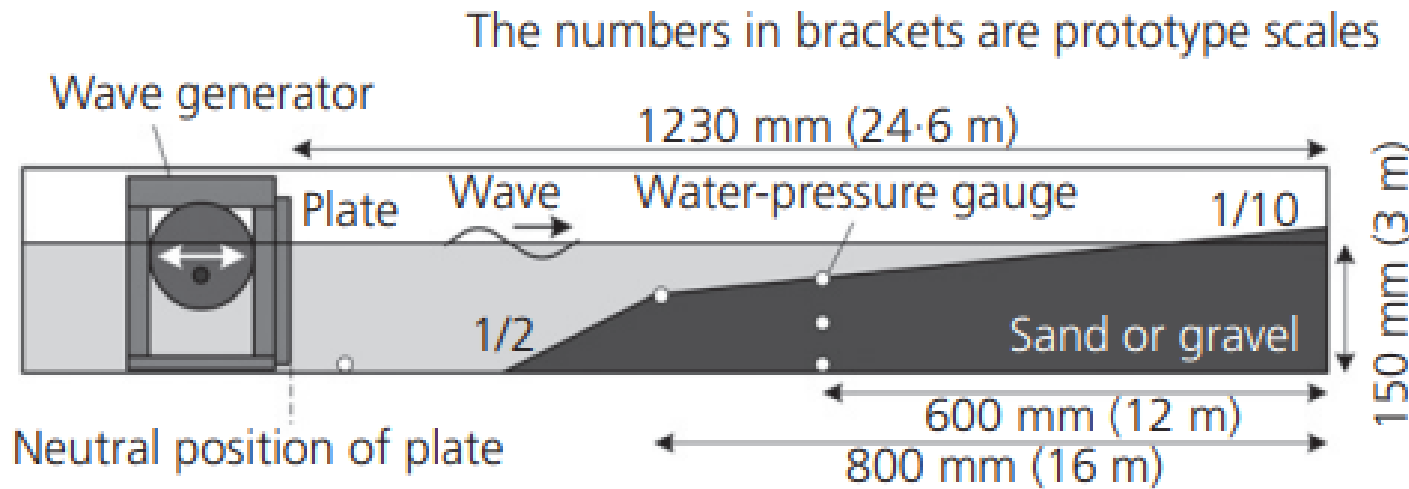
Mark II-R centrifuge at Port & Airport Research Institute



Maximum acceleration 113g
Effective radius 3.8m
Platform 1700x1600 mm

資料提供：高橋英紀氏

(b) Modelling of models with seashore ground



Soma silica sand

Diameter of particles

1.0-2.5 mm

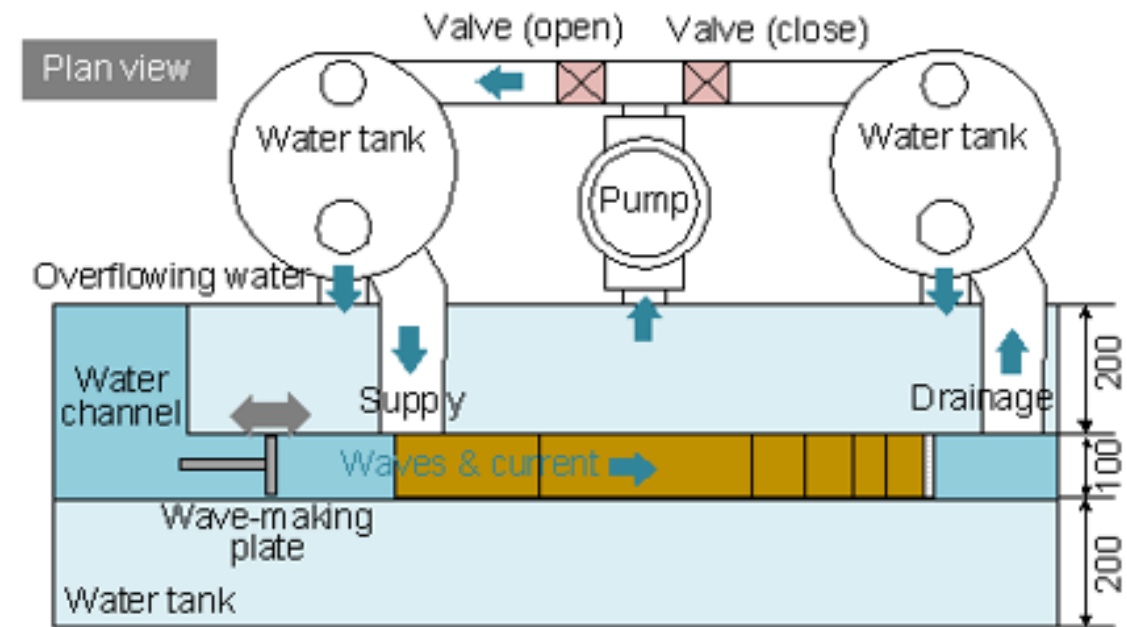
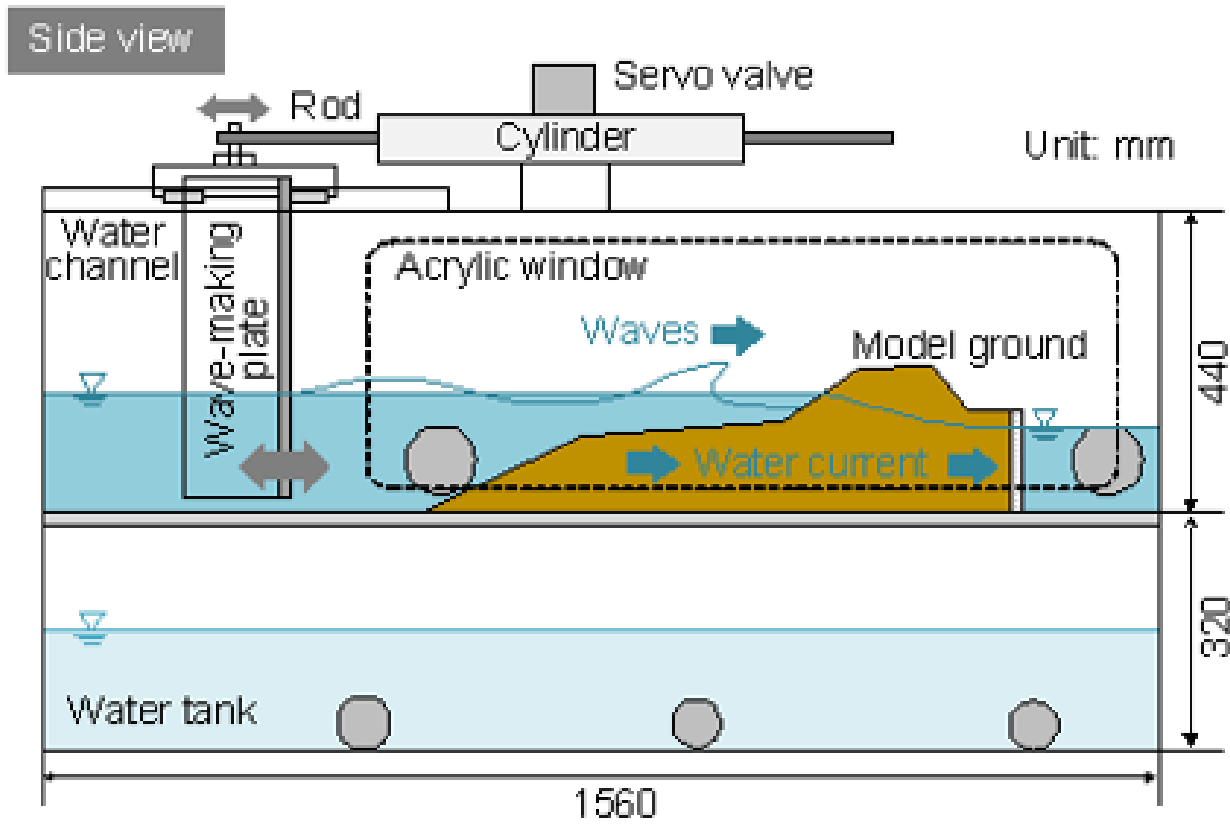
資料提供：高橋英紀氏

Breaking waves (case S1-30) time: prototype



資料提供：高橋英紀氏

Wave generator

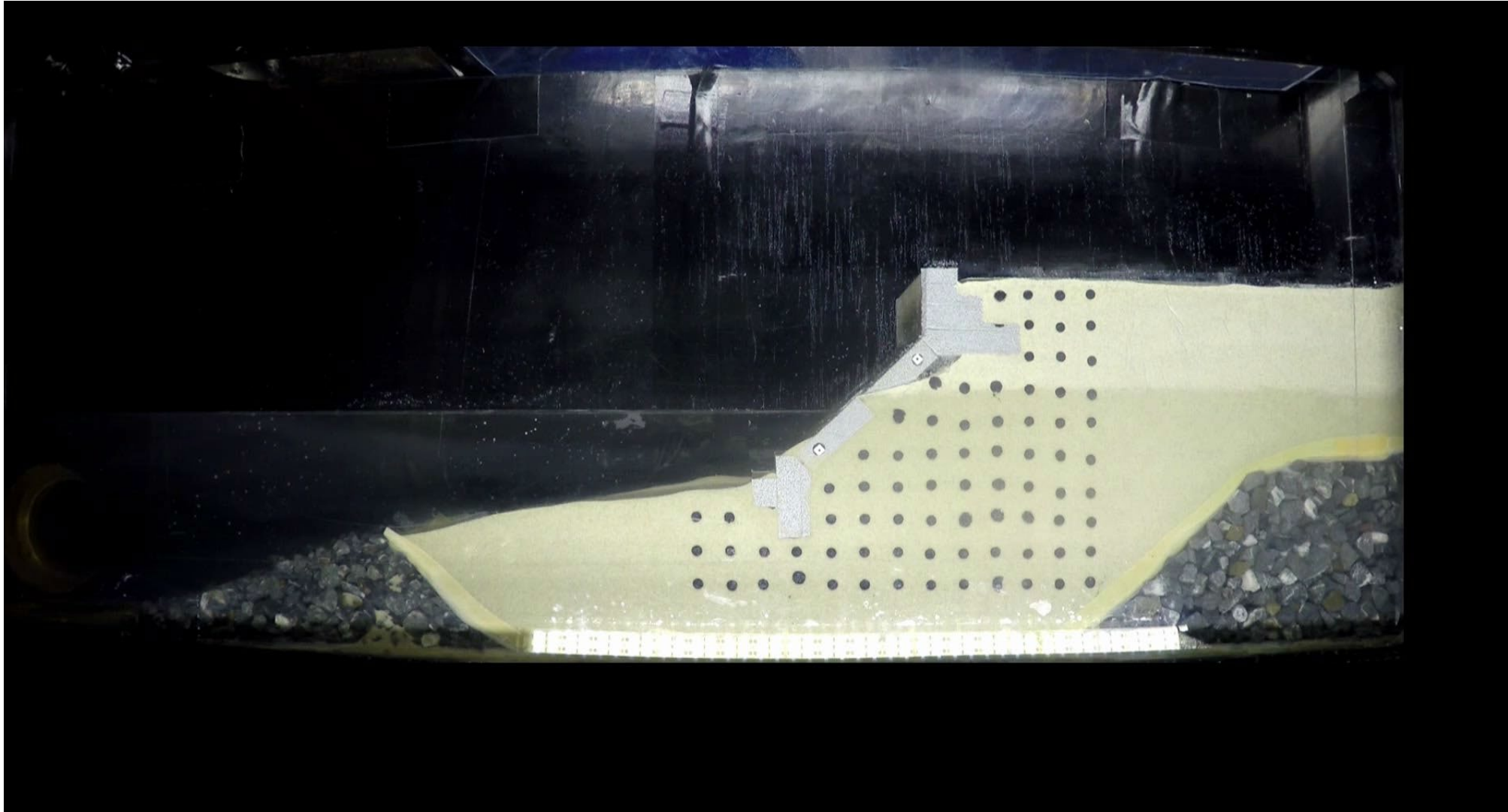


資料提供：高橋英紀氏

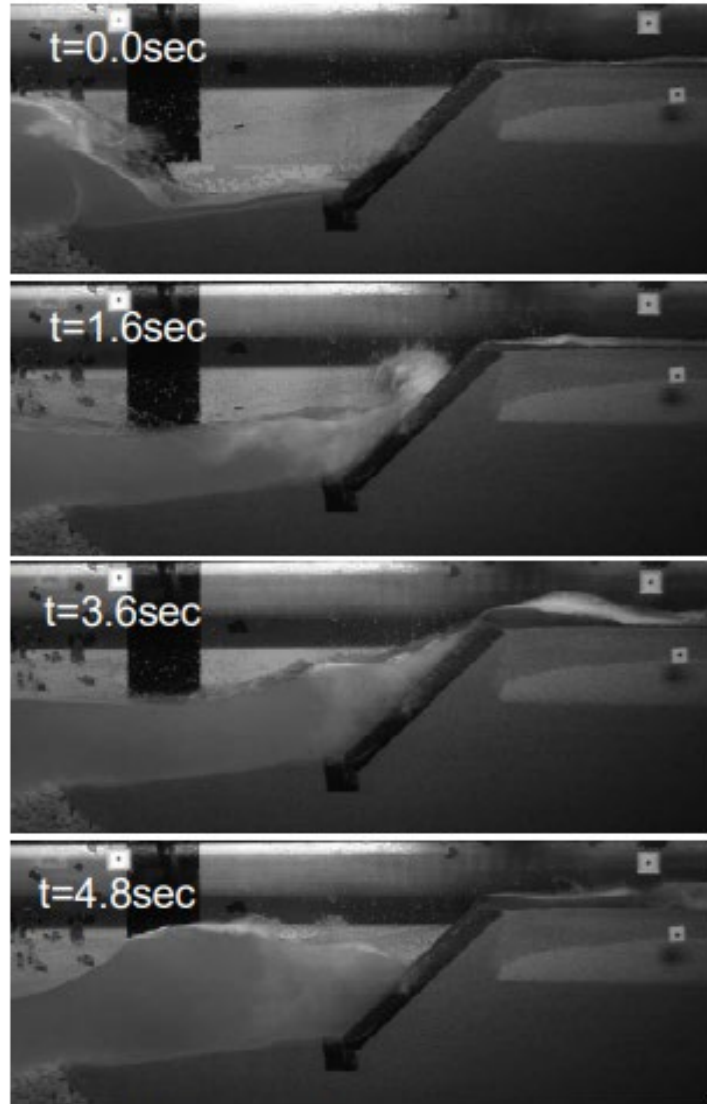
Failure of seawall by waves case 01-1'

time scale: model test

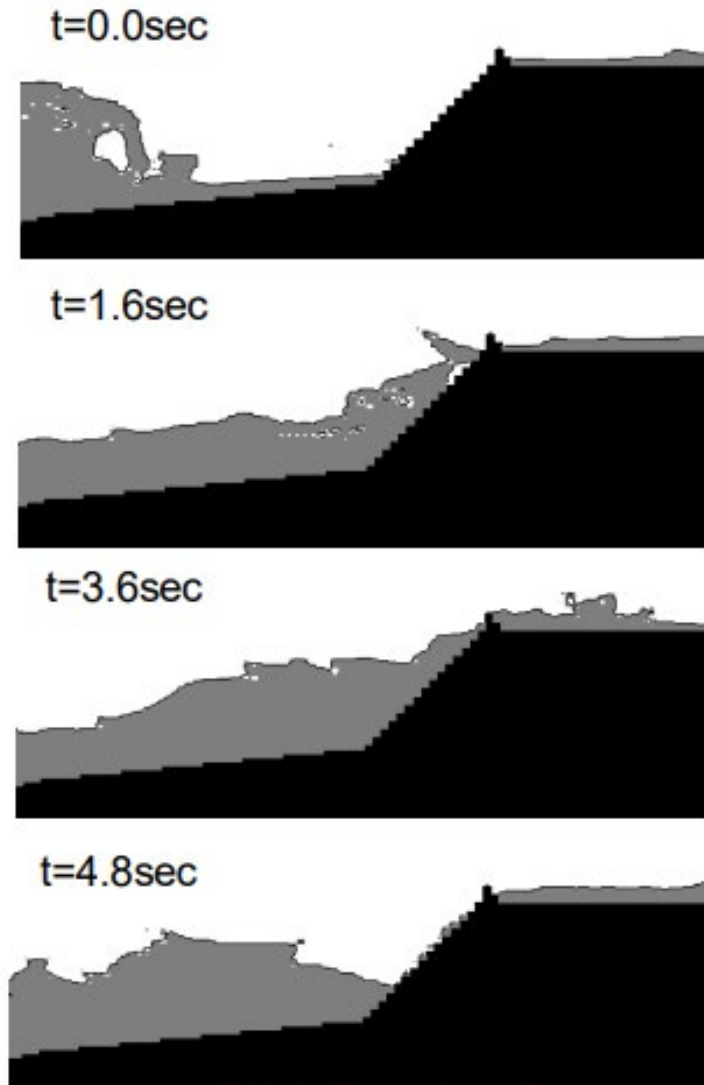
資料提供：高橋英紀氏



Comparison with Fluid analysis



(a) Centrifuge model test



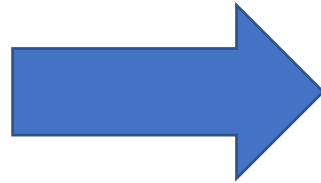
(b) Fluid analysis

資料提供：高橋英紀氏

研究の多極化：研究拠点、研究分野 予想もしない分野との融合



知識波紋



波紋のFusion

<https://weathernews.jp/ip/info/soraphoto/photo.html?photoid=04>

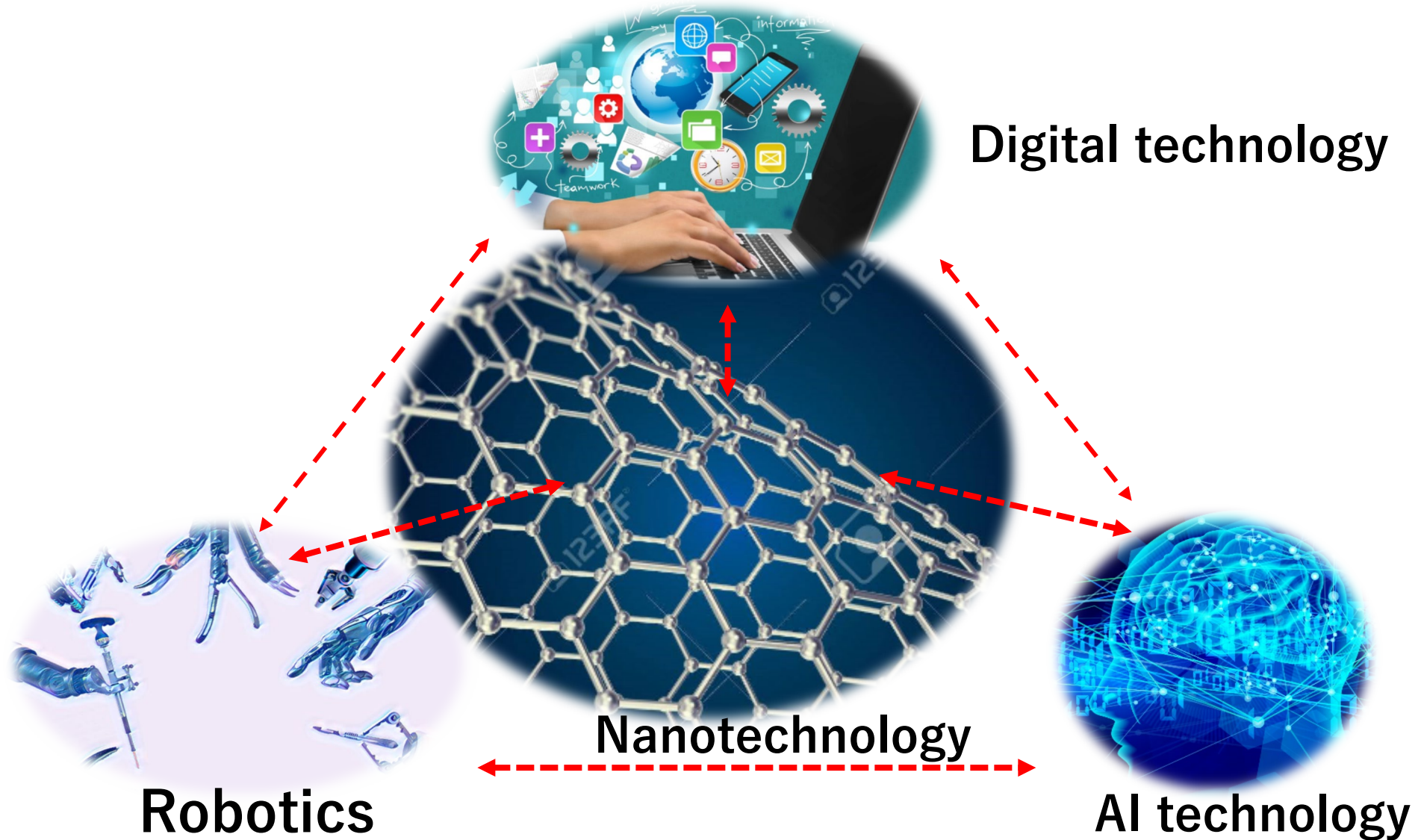
第四次産業革命

Fourth Industrial Revolution



<https://www.voanews.com/a/wef-founder-world-unprepared-to-deal-with-fourth-industrial-revolution/3143406.html>

革新技術の融合



海上・港湾・航空技術研究所

写真：うみそら研Web



<新たな発見は境界領域から> 研究所への期待　－その2－

- 学際研究の促進
- 他分野との連携促進
- 研究拠点の多極化への対応

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

港湾法

(国際競争力の強化)

- (特定貨物輸入拠点港湾の指定)

- **第二条の二** 国土交通大臣は、国際戦略港湾、国際拠点港湾又は重要港湾であつて、主として輸入されるばら積み貨物（以下「輸入ばら積み貨物」という。）の海上運送の用に供され、又は供されることとなる国土交通省令で定める規模その他の要件に該当する埠頭（以下この項及び第五十条の六第二項第三号において「特定貨物取扱埠頭」という。）を有するもののうち、輸入ばら積み貨物の取扱量その他の国土交通省令で定める事情を勘案し、当該特定貨物取扱埠頭を中核として輸入ばら積み貨物の海上運送の共同化の促進に資する当該国際戦略港湾、国際拠点港湾又は重要港湾の効果的な利用の推進を図ることが我が国産業の**国際競争力の強化**のために特に重要なものを、特定貨物輸入拠点港湾として指定することができる。

空港法

(国際競争力の強化)

- (目的)
- **第一条** この法律は、空港の設置及び管理を効果的かつ効率的に行うための措置を定めることにより、環境の保全に配慮しつつ、空港の利用者の便益の増進を図り、もつて航空の総合的な発達に資するとともに、我が国の産業、観光等の**国際競争力の強化**及び地域経済の活性化その他の地域の活力の向上に寄与することを目的とする。

空港法の基本方針（国際競争力の強化）

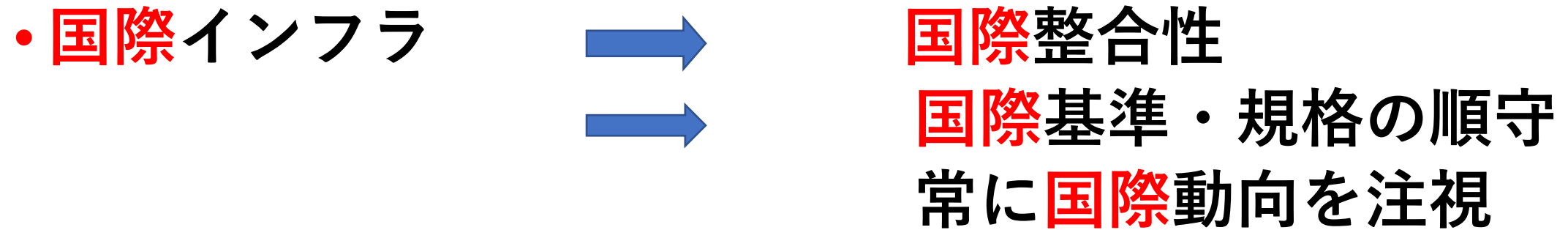
- （空港の設置及び管理に関する基本方針）
- **第三条** 国土交通大臣は、空港の設置及び管理に関する基本方針（以下「基本方針」という。）を定めるものとする。
- **3** 基本方針は、空港の設置及び管理を行う者（以下「空港管理者」という。）、国、関係地方公共団体、関係事業者、地域住民その他の関係者の相互の密接な連携及び協力の下に、空港の設置及び管理を効果的かつ効率的に行い、環境の保全に配慮しつつ、空港の利用者の便益の増進を図り、もつて航空の総合的な発達に資するとともに、我が国の産業、観光等の**国際競争力の強化**及び地域経済の活性化その他の地域の活力の向上が図られるべきことを基本理念として定めるものとする。

他のインフラに関する法律

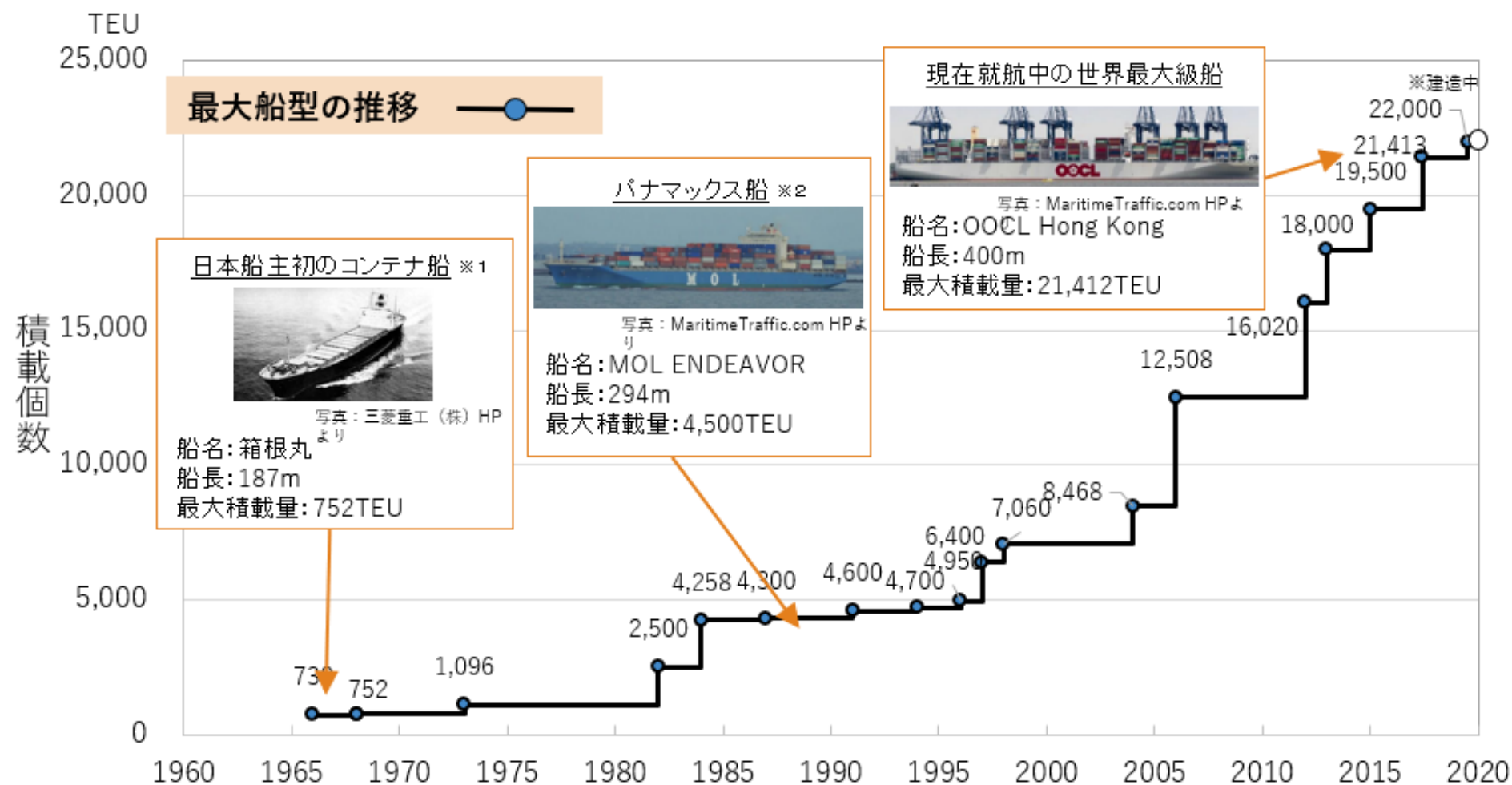
- 道路法
- 鉄道事業法
- 河川法

国際競争力という言葉は見当たらない。

港湾・空港は国際インフラ



コンテナ船の大型化



航空機の大型化



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9C%E3%83%BC%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%B0747>



https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A8%E3%82%A2%E3%83%90%E3%82%B9A350_XWB

国際海上輸送コンテナサイズ ISO規格



https://hoshino-container.co.jp/blog/about_shipping_container/

国内鉄道輸送コンテナ



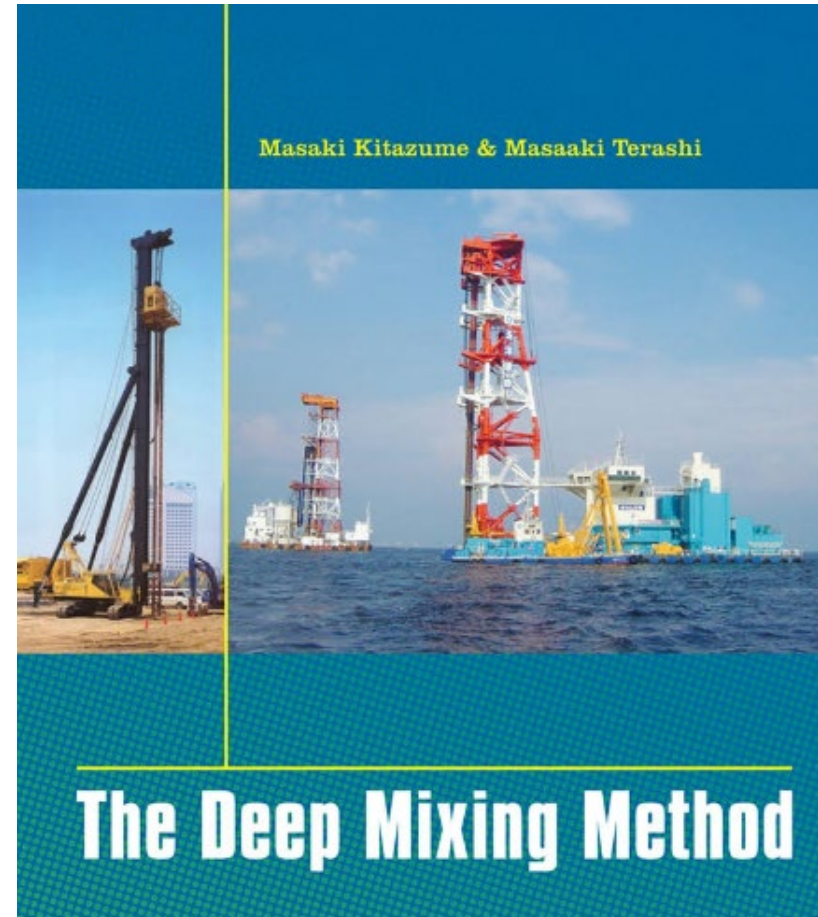
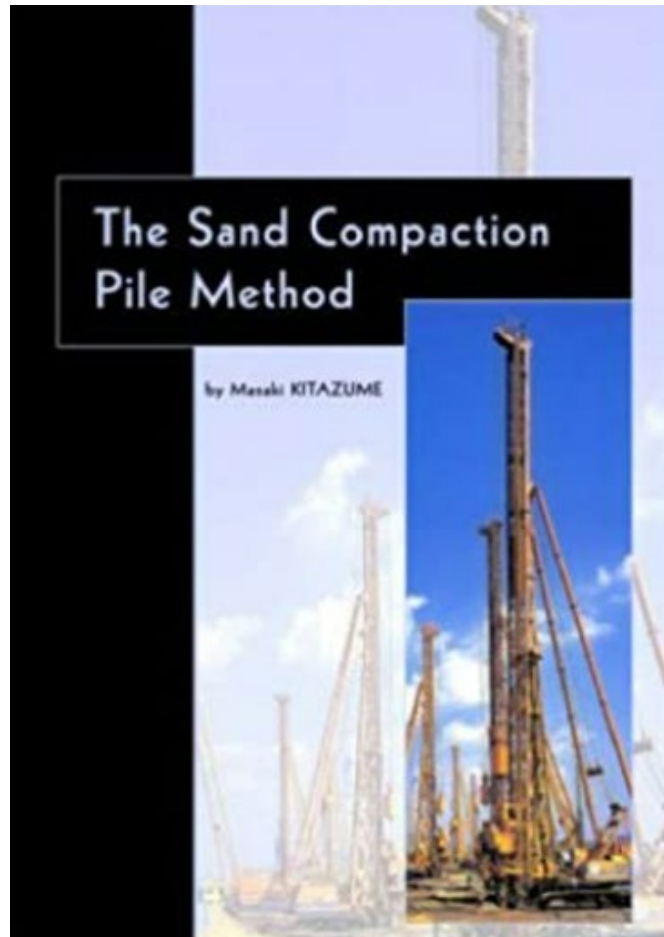
<https://www.jrfreight.co.jp/service/container.html>

性能設計法導入への対応

- 性能設計法をいち早く導入
- 港湾の施設の技術上の基準（2007年）
- 道路橋示方書・同解説（2017年）

国際規格 遵守から国際基準作成へ

技術の国際化：地盤改良技術



深層混合処理工法

- 国際基準化の動き （2000年～）

CEN/TC288 （地盤改良技術の施工と施工管理）

WG10 Deep soil mixing

WG11 Vertical drain

日本の技術・事例を海外基準等に反映

- 北詰氏（Euro Code）、寺師氏（FHWA Manual）
+ コンサルティング
- 当該分野のcommunity形成（ネットワーク形成）
国際会議・国際シンポジウムの開催
- 英文による情報発信（論文、書籍）
- 優秀な技術と豊富な施工実績
- 国際的存在感のあるリーダーの存在と産官学支援

< 港湾・空港は国際インフラ > 研究所への期待 ― その 3 ―

- 国際インフラ認知の努力
- 国際規格の適合性から国際規格作成主体に
- 海外情報・国際的人的ネットワークの強化
- 国際的研究人材の獲得

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

土木学会論文集の経験

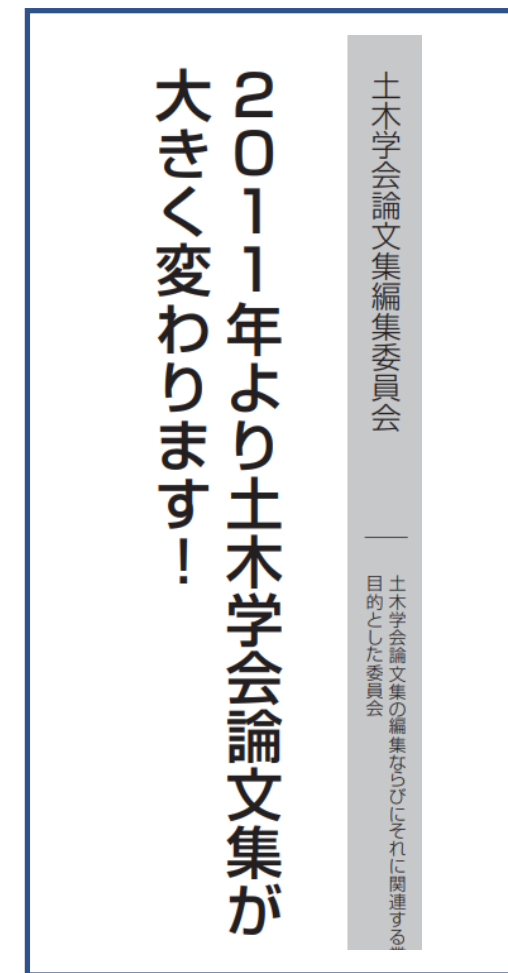
問題認識

1. 現行の論文集は、新分野、横断的学際的な学問・技術領域の発展を十分吸収・反映できていない。

分野の再編・拡大

2. digital化への対応が急務である。

J-stage掲載へ



土木学会誌 2009年11月号

論文編集委員会

委員長 日下部 治
副委員長 磯部 雅彦
(現高知工科大学長)

土木学会論文集の再編・分野拡大

1 9 4 4 年 第一号発行 単一論文集

1 9 8 4 年 6 部門制

1 9 9 6 年 7 部門制

2 0 1 1 年 1 9 部門へ再編・拡大

・参考（当時）

ASCE アメリカ土木学会論文集 3 0 部門制

ICE イギリス土木学会論文集 1 6 部門制

研究成果の発表に係る課題

- 論文集(Journal)の急増
- 論文数の急増
- 著者数の急増
- どの論文集に誰を著者に論文を発表することが最適か？
  評価に直結

地盤工学分野の論文集の急増

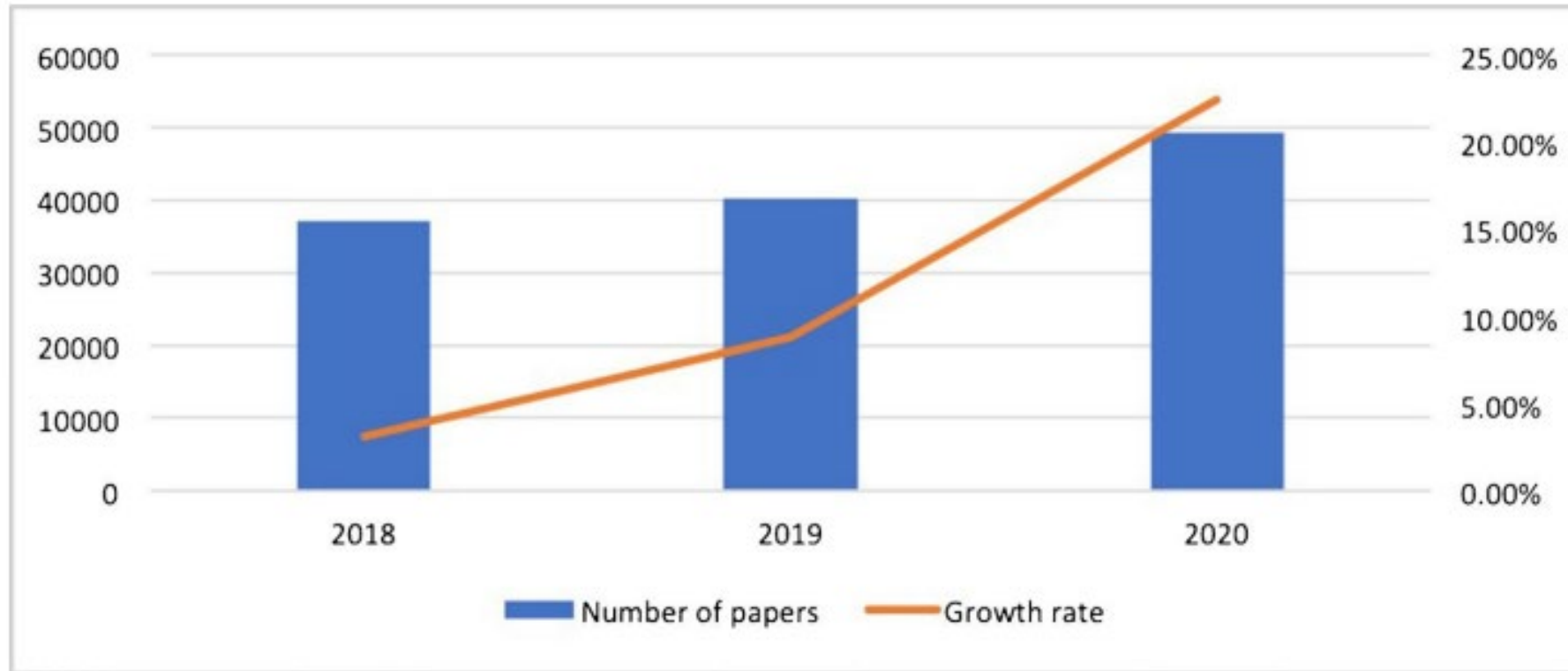
ランキング登録されている
論文集の数

205 論文集

1	Shiyu Kantan Yu Kaifa/Petroleum Exploration and Development 8
2	Geotechnique 8
3	Engineering Geology
4	Tunnelling and Underground Space Technology
5	Rock Mechanics and Rock Engineering

<https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=1909>

論文数の急増（整形外科分野の例）



The growth of scientific publications in 2020: a bibliometric analysis based on the number of publications, keywords, and citations in orthopaedic surgery

著者数の増加



Combined Measurement of the Higgs Boson Mass
in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV with the ATLAS and CMS
Experiments

著者 G. Aad. et al.

総数 5,154人

論文 33 ページ中

24 ページが著者名と所属

評価軸：論文数から論文の品質へ

- Nature index

nature index

[Home](#) [News](#) ▾ [Current Index](#) ▾ [Annual tables](#) ▾ [Supplements](#) ▾ [Client services](#) ▾ [About](#) ▾

[Home](#) > [Institution research output table](#)

Institution research output table

1 December 2020 - 30 November 2021

Nature Index

- 2014年から開始
- 対象：自然科学分野（化学、ライフサイエンス、物理科学、地球・環境学の4分野）
- 82の質の高い自然科学ジャーナルに掲載された研究論文の貢献度
- 毎年、ランキングが公開（すべての研究機関）
- 質の高い研究成果および国際共同研究のグローバル指標

世界、国別、分野別にRankingが表示

nature index

[Home](#) [News](#) ▾ [Current Index](#) ▾ [Annual tables](#) ▾ [Supplements](#) ▾ [Client services](#) ▾ [About](#) ▾

[Home](#) > [Institution research output table](#)

Institution research output table

1 December 2020 - 30 November 2021

2022年度 世界のランキング

1	Chinese Academy of Sciences (CAS), China
2	Harvard University, United States of America (USA)
3	Max Planck Society, Germany
4	French National Centre for Scientific Research (CNRS), France
5	Stanford University, United States of America (USA)
6	Helmholtz Association of German Research Centres, Germany
7	Massachusetts Institute of Technology (MIT), United States of America (USA)
8	University of Chinese Academy of Sciences (UCAS), China
9	University of Science and Technology of China (USTC), China
10	Peking University (PKU), China



写真は<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20221003/k10013846801000.html>

<https://news.yahoo.co.jp/articles/da4d40cb1b4cdfd3b2ef03c2dee1aab15f295891/images/000>

2021年度 日本の研究機関のランキング

1	The University of Tokyo (UTokyo)	東京大学
2	Kyoto University	京都大学
3	Osaka University	大阪大学
4	RIKEN	理化学研究所
5	Tohoku University	東北大学
6	Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech)	東京工業大学
7	Hokkaido University	北海道大学
8	Nagoya University	名古屋大学
9	National Institute for Materials Science (NIMS)	物質材料研究機構
10	Kyushu University	九州大学

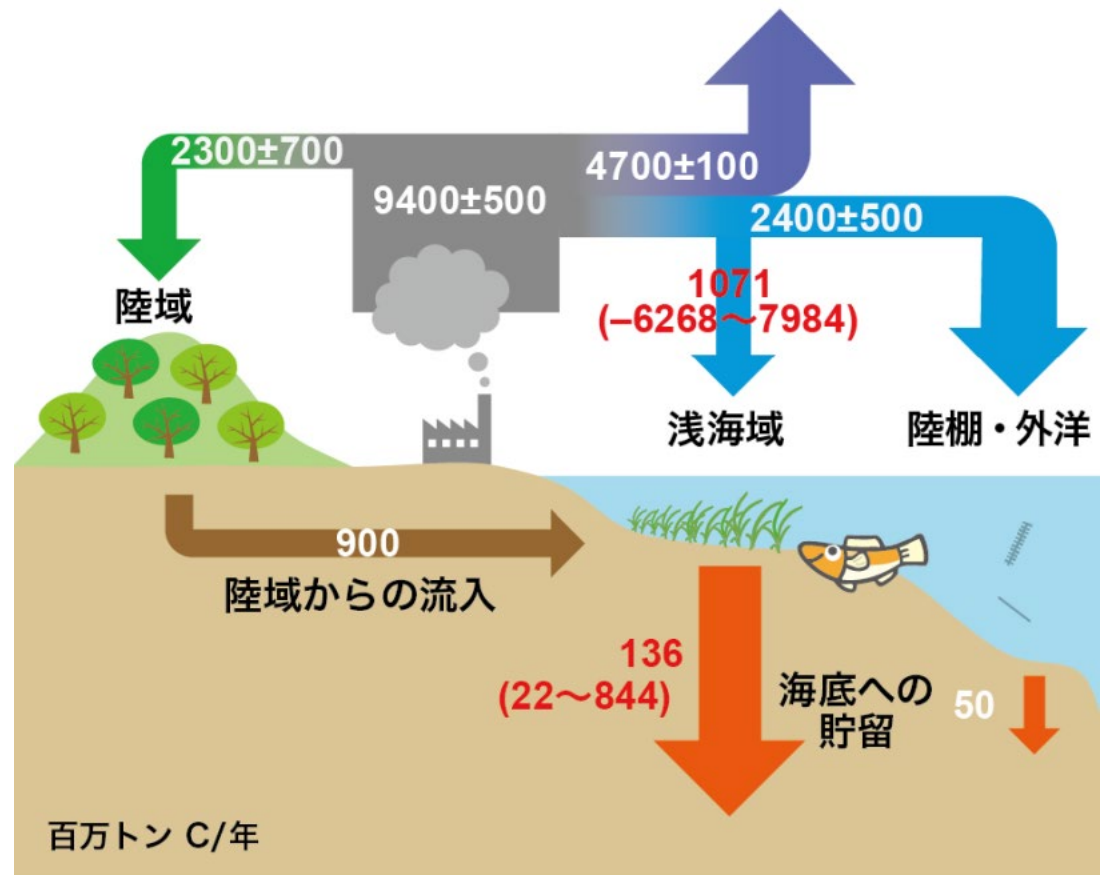
うみそら研は、312番目

312	Building Research Institute (BRI)	建築研究所
312	Tamura Corporation	
312	National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology (MPAT)	海空研
312	Chuden Engineering Consultants Co., Ltd.	
313	Takada Nishishiro Hospital	
314	Aipore Inc.	
315	Daiichi Sankyo Co., Ltd.	

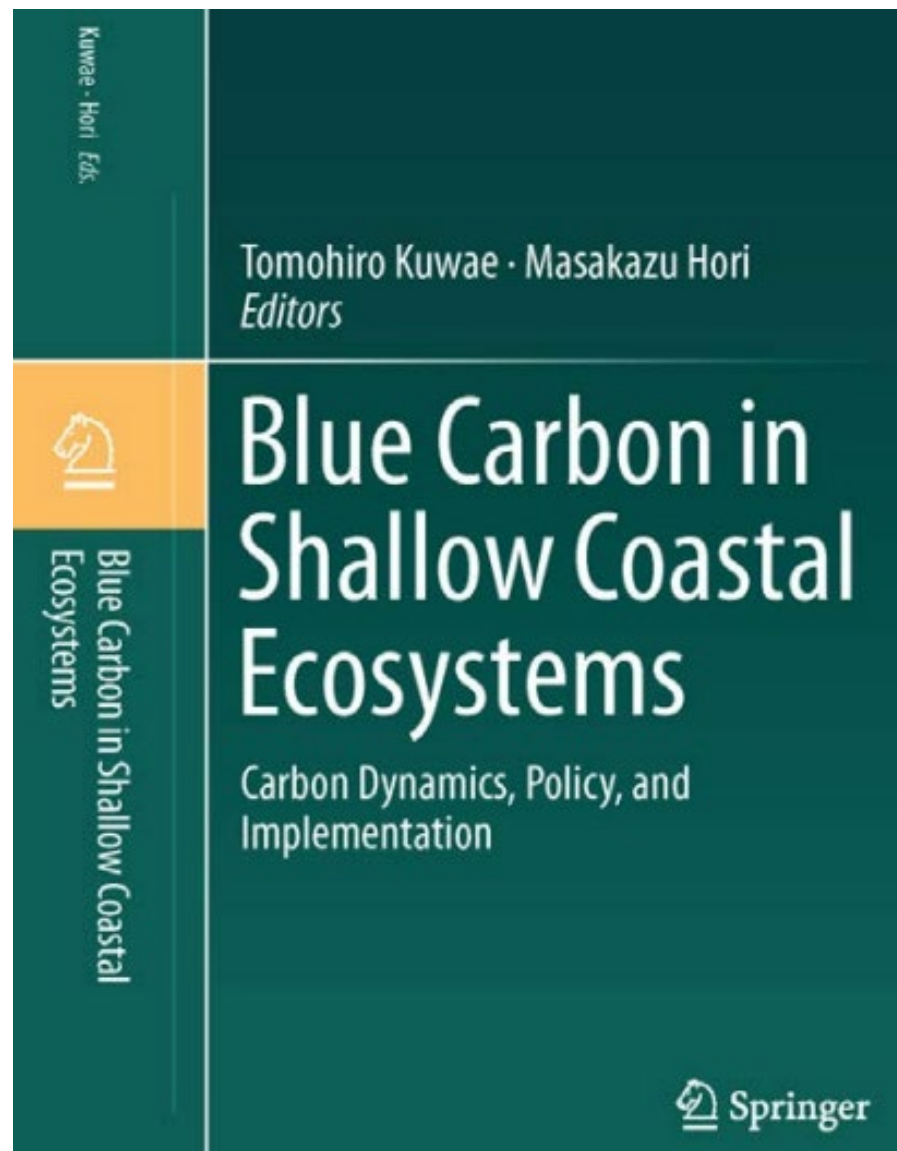
うみそら研、2017年度 は222番目

220	Building Research Institute (BRI), Japan
221	Nippon Chemical Industrial Co., Ltd., Japan
221	Frontier Laboratories Ltd., Japan
222	National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology (MPAT), Japan
223	Sharp Corporation, Japan
224	Tokyo Denki University, Japan
225	Chiba Institute of Technology, Japan
226	Toyota Physical and Chemical Research Institute, Japan

ブルーカーボン研究



公開資料：沿岸環境研究グループ



編者：桑江 朝比呂氏

<変わる研究機関の評価軸> 研究所への期待 —その4—

- 高い品質の論文集への研究成果の発表促進
- 研究成果発表媒体の優先順位の再考
- 港研報告・資料の英文化促進

目次

1. 観察から始まる科学

2. 新たな発見は境界領域から

3. 港湾・空港は国際インフラ

4. 変わる研究機関の評価軸

研究所運営の基本方針

Ⅱ 港湾空港技術研究所の使命と目標

『世界に貢献する技術を目指して』を不動の目標

1. 「世界最高水準の研究を行う研究所」
2. 「社会に貢献する研究所」
3. 「only-oneの研究所」
4. 「一人一人の自主性と創意工夫に満ちた研究所」