

社会情報基盤を構築するための工学とは？

国立大学法人 九州大学
名誉教授 安浦寛人
電子情報通信学会 フェロー

令和3年3月18日

IEICE ICT PIONEERS WEBINARシリーズ～第9弾～

社会情報基盤を構築するための工学とは？

1. COVID-19で明らかになったこと

–大学での動き

2. 社会情報基盤としての情報通信技術

–社会の変化

–科学技術の変化

3. Society 5.0の実現を目指して

–九州大学伊都キャンパスでの挑戦

–教育におけるDX

4. 歴史に学べない時代における新しい工学へ

COVID-19感染拡大が引き起こしたもの

- 1.2億人以上が感染し約270万人が亡くなっている(3月17日現在)
- 先進国から途上国まで世界的蔓延
- 都市のロックダウンとStay Home
- グローバル人流ネットワークの崩壊
- ICTの社会基盤としての重要性の再認識
- 政治や経済と科学(医学や公衆衛生)の関係
- 情報の氾濫と信憑性の欠如
- その中で育っている子供達がいる！



新型コロナウイルスによる教育機関の閉鎖

突然の閉鎖、でも教育を止めない努力

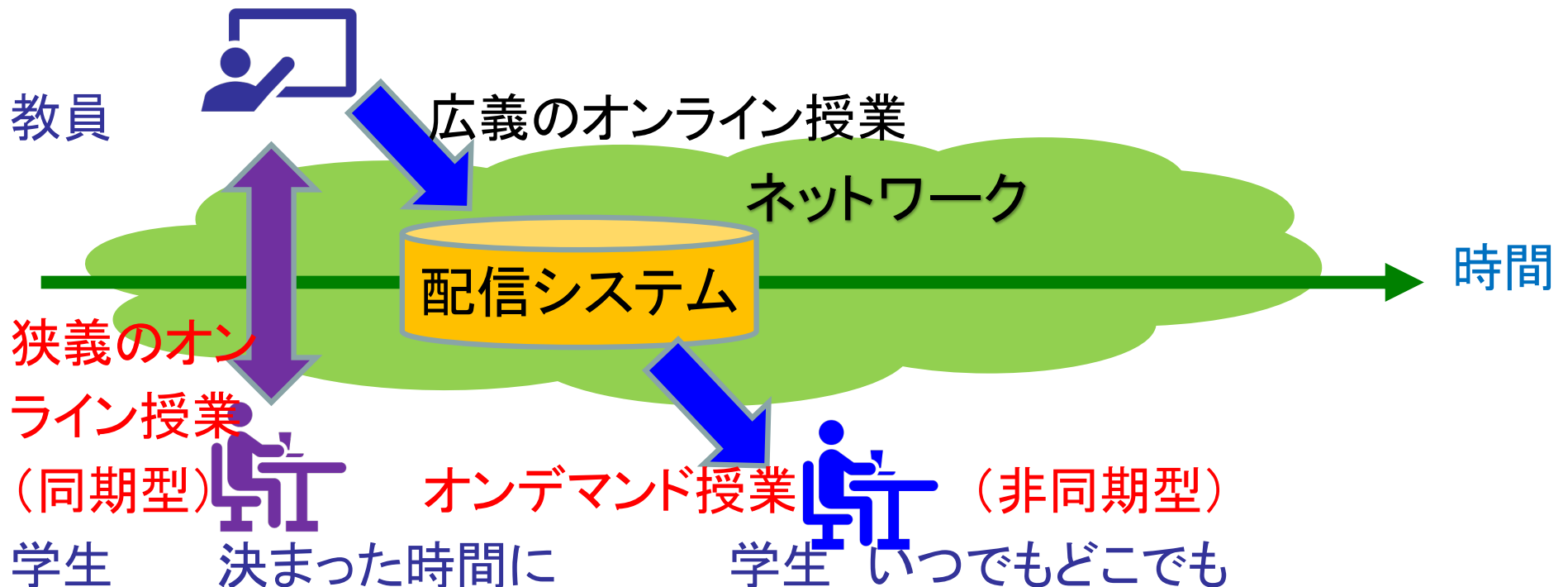
→情報通信技術を用いた遠隔授業
＝教育のデジタル化(DX)

1. オンライン授業（同期型）
2. オンデマンド授業（非同期型）
3. 対面授業との融合 (Hybrid-Flexible型)

時空間を超えた遠隔授業

インターネットなどの通信回線や放送を利用して授業内容を配信

- 教員と学生の関係：一方向か？双方向か？
- 時間の共有：同時性、即応性
- 空間の共有：実空間(教室)の共有か？仮想空間の共有か？
- 教師と学生のコミュニケーション：画像、音声、テキストや図





対面授業との違い

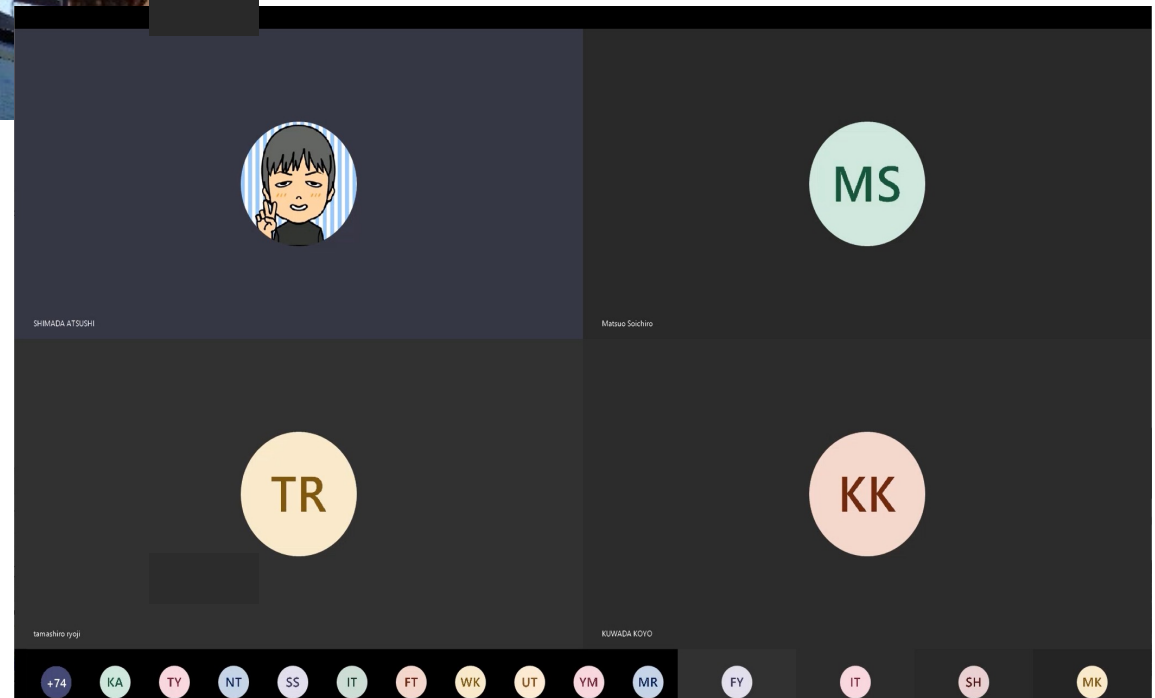


対面授業

- 教員とのF2Fコンタクト
- 友達との会話
- 授業の前後の交流

オンライン授業

- 画面越しのコンタクト
- 自分の部屋での受講
- 終われば一人



写真提供: 九州大学 島田敬士教授提供



遠隔授業に対する学生の意識調査

対面授業と比較した講義時間内のメリット・デメリットについて

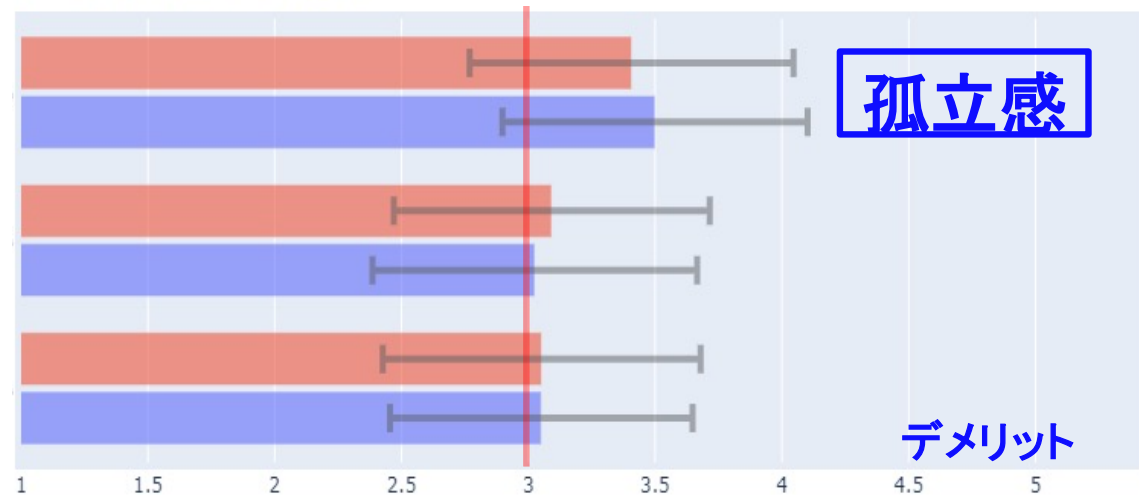
(1.当てはまらない 2.やや当てはまらない 3.どちらでもない 4.やや当てはまる 5.当てはまる)



他の学生の状況が分からない

他の学生と相談しづらい

教員・TAへ質問しづらい



孤立感

デメリット



教育のDXで変わるもの

時間・空間を超えた教育

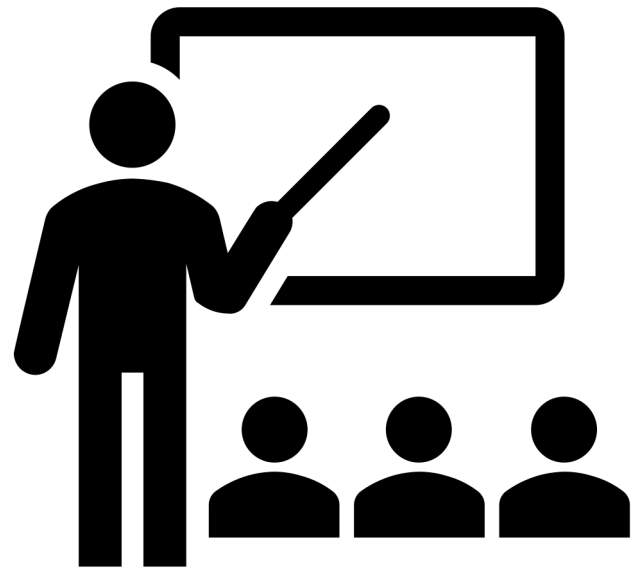
教材の変化

教育や学習のプロセスの記録

→GIGA School 構想

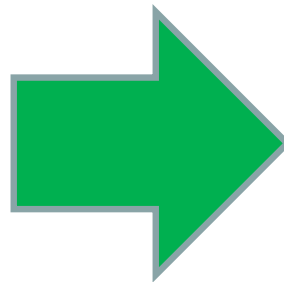


教材の変化



黒板と教科書と
ノート

明治時代から同じ



PC, Pad, Smart Phone
電子教科書
VR/AR

世界の潮流



教育や学習のプロセスの記録

様々な教育現場のデジタルデータを収集・活用

1. 教材や教育支援システムの利用状況
2. 授業の内容
3. 学生ごとの教材や授業への反応
4. 教員ごとの授業の違い(同一科目、同一教材)
5. 教員と学生のコミュニケーション
6. 学生の成長過程

教育をデータに基づいて科学的に分析し、改善する
世界的な潮流

教育と学びを止めなかった
教員、関係者、学生たち
に拍手を！

具体的な話は、下記を参照

- 大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関DXシンポ」

<https://www.nii.ac.jp/event/other/decs/>

教育は重要な社会基盤

- 次世代の社会を作る人材の育成
- 個々人の生きる力の源泉
- 社会の基本的価値観の共有の基礎
- 科学技術の社会への浸透の基盤

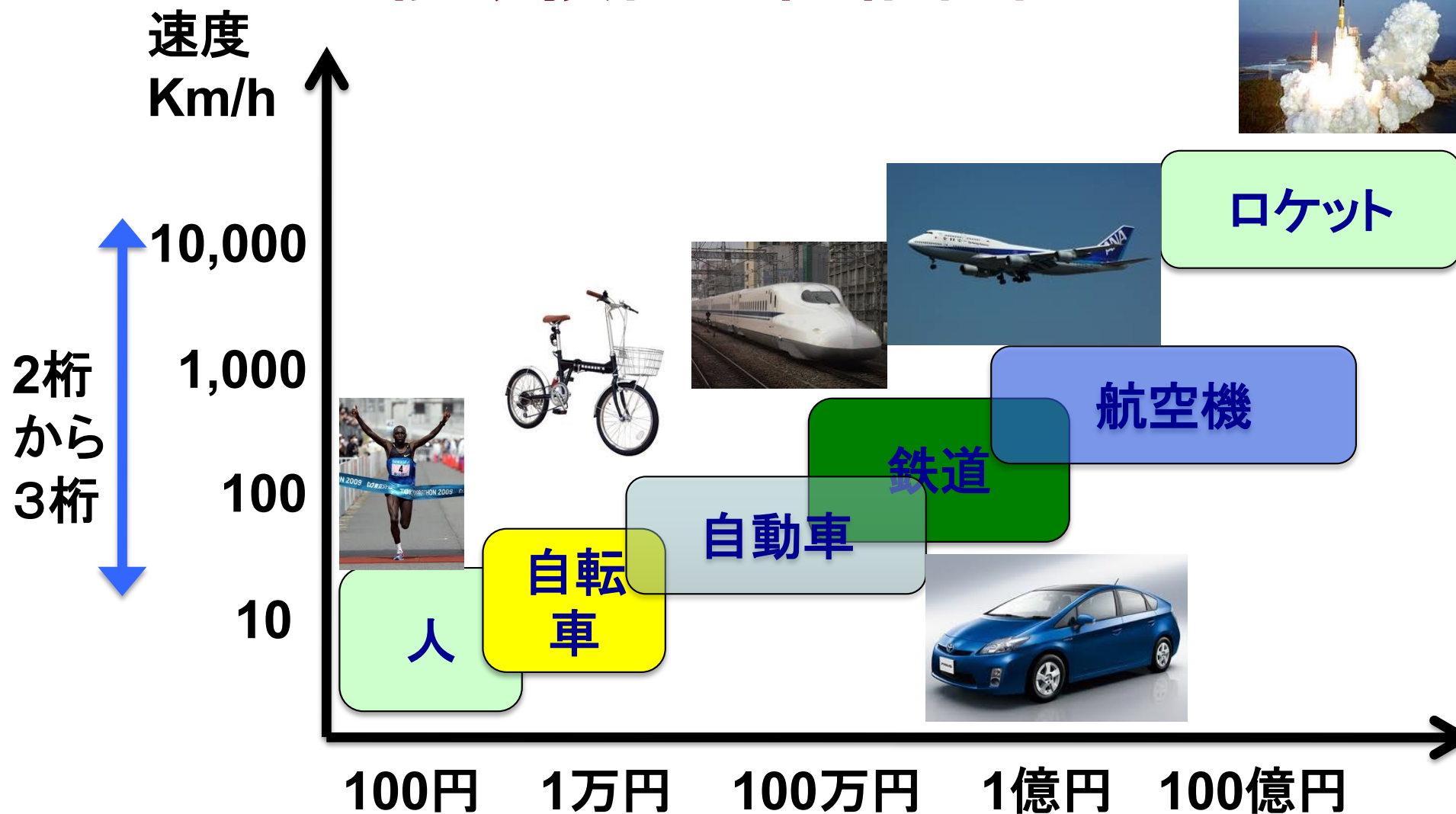
社会情報基盤を構築するための工学とは？

1. COVID-19で明らかになったこと
 - 大学での動き
- 2. 社会情報基盤としての情報通信技術**
 - 社会の変化**
 - 科学技術の変化**
3. Society 5.0の実現を目指して
 - 九州大学伊都キャンパスでの挑戦
 - 教育におけるDX
4. 歴史に学べない時代における新しい工学へ

情報通信技術の異常性

- 過去にこのような速度で変化した科学技術はない！
- 量的・性能的な技術革新(Big Data)
 - 人類が生み出してきた知的資産に匹敵するデータや情報が毎年生み出されて蓄積される時代
- 過去半世紀のICT機器の急激な価格低下
 - 30年前のスーパーコンピュータを個人が所有する時代
 - 世界中で個人同士の自由な通信が低価格で行える時代
- 社会基盤への浸透(IoTとCPS)
 - あらゆる社会基盤がICTに依存している(IoT)
 - サイバー空間はもう一つの世界(あの世)を形成している(CPS)
- 人間の知的活動を代替できる人工知能(AI)
 - 社会サービスも徐々に代替している

移動技術の価格性能比

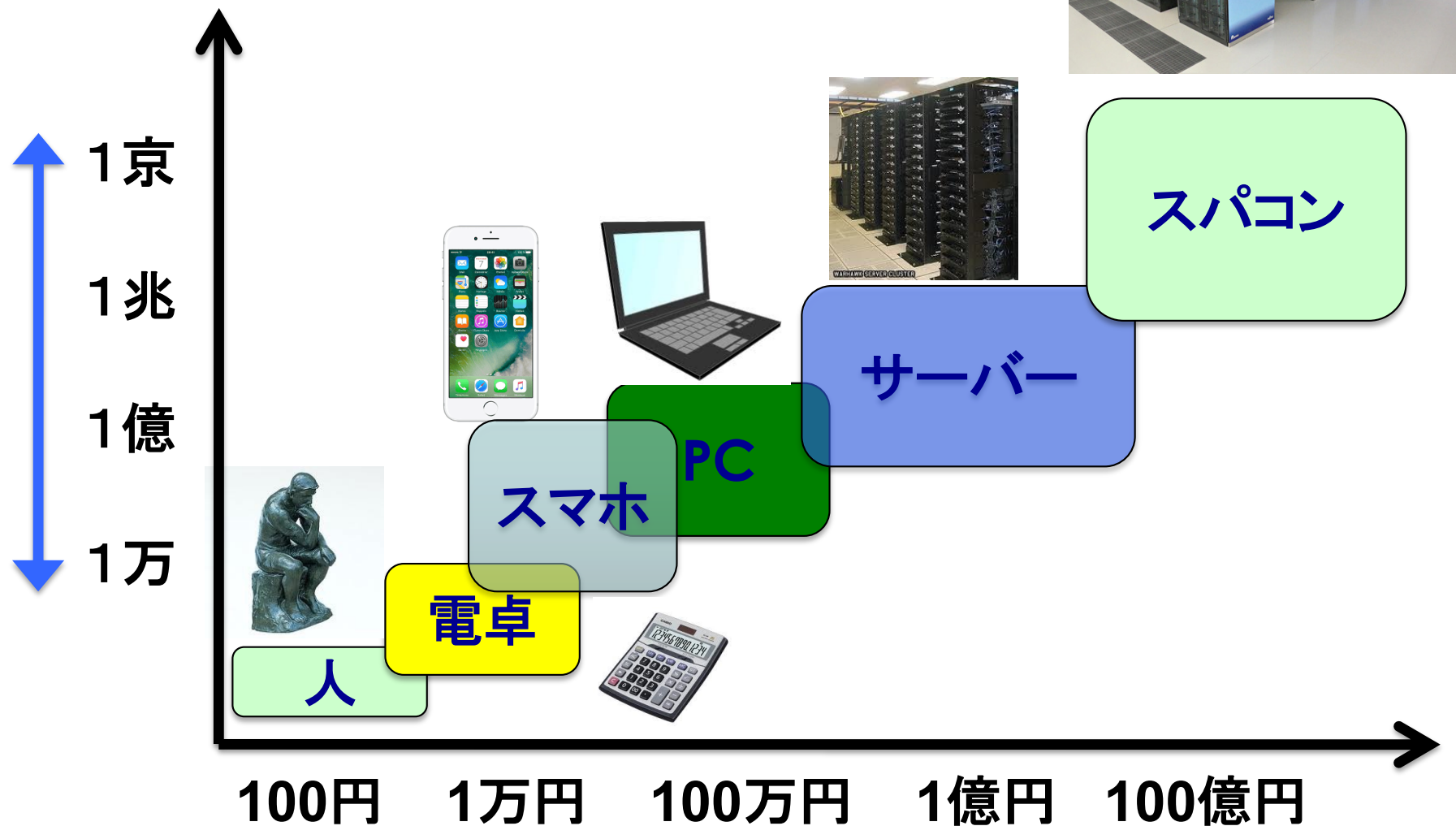




ICTの価格性能比

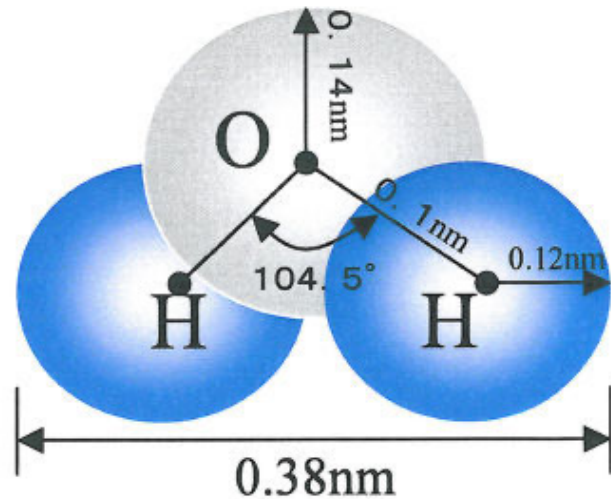
移動速度
演算数／秒

10桁
から
14桁



Zetta byte: 10^{21} とは？

分子レベルと天文学レベルの大きさの差



水の分子構造モデル

$$380 \times 10^{-12} \text{m}$$



太陽と木星の距離778,000,000Km

$$778 \times 10^9 \text{m}$$

情報通信技術における所有の概念の変化

	HW	SW	情報／サービス
Main Frame	組織で所有	組織で所有	組織で所有
PC	個人で所有	個人で所有	個人で所有
Internet	個人／組織で所有	個人／組織で所有	共有可能
Cloud Computing	共有可能	共有可能	共有可能

情報やサービスの所有に関する人類史的な変革
過去の物質ベースの所有権のアナロジーが壊れる

社会の価値観を支える基盤が変わっている

- 個人の認証
 - 住所、氏名、生年月日から個人ID + α へ
- 所有から共有へ
 - 所有するための負担と所有しない利点
- 一人ひとりの人生や1日の時間(情報処理量)
 - 大量の情報と適切なフィルタリング
- 価値の基準
 - 貨幣から紙幣へ、紙幣から信用通貨へ、次は？
 - 個人や法人の信用(情報)の定量化ービッグデータ解析
- 科学の手法
 - データ科学: データ駆動による科学的手法の変化

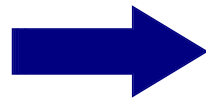
電子マネーを所有してるか？



硬貨

(紀元前20世紀～)

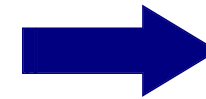
- 価値: 金属の希少性
- 保存則: 金属の保存則
- 価値と権利は一体
- 物の所有権の概念



紙幣

(10世紀～)

- 価値: 印刷情報
- 保存則: 紙の保存則
- 価値と権利の分離
- 信用情報と物の所有の組み合わせ(国家権力)



電子マネー

Bit Coin

発行者の多様化

(21世紀～)

- 価値: デジタル情報／仮想化、分散化
- 保存則: デジタル情報？
- 価値や権利の分散化
- デジタル情報を媒体とした分散化した新しい所有権の概念の確立

信用情報の伝達コストと速度による変化
価値媒体の相対化

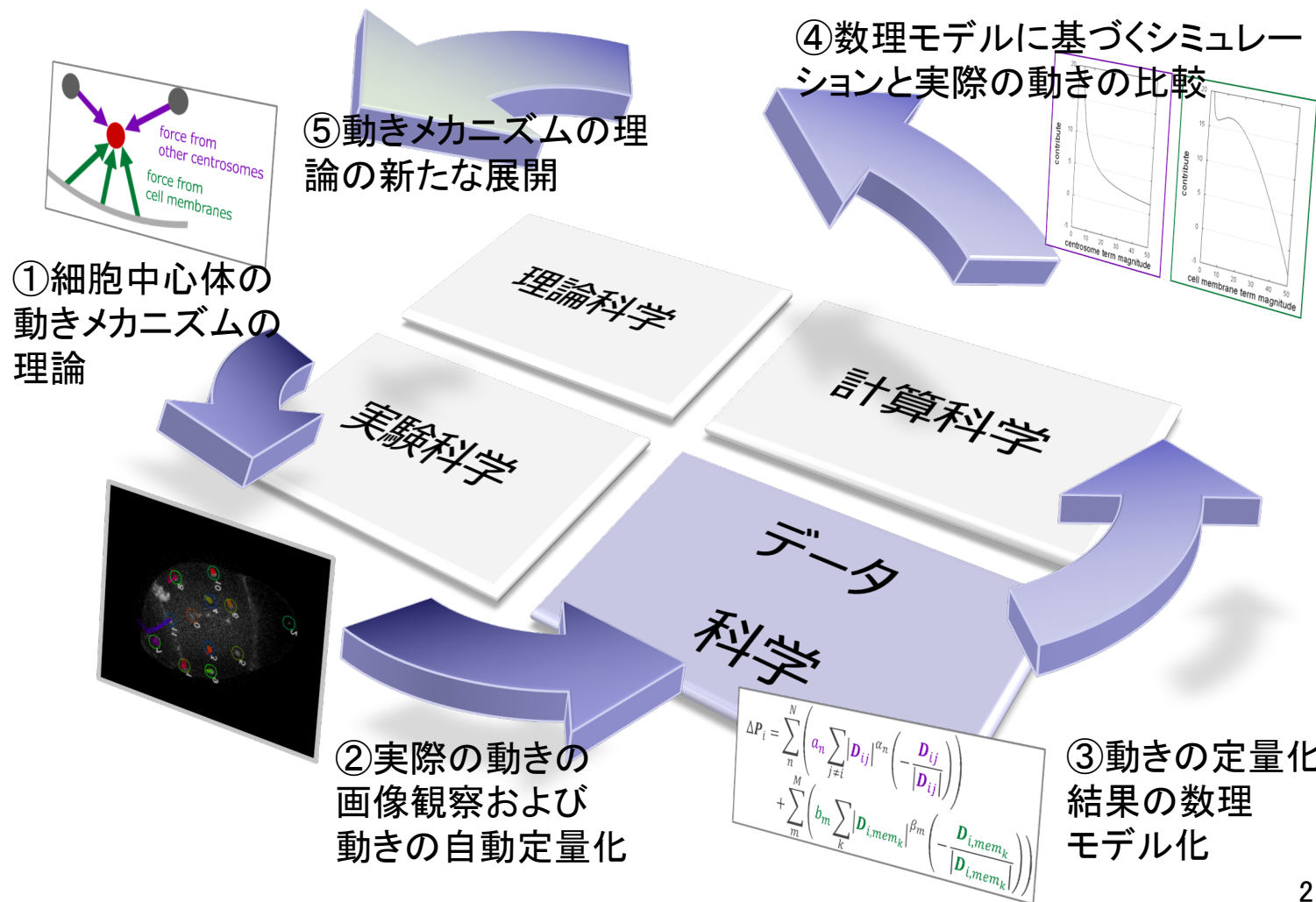


科学的方法論の変化

	実世界	サイバー世界
演繹的手法	理論科学	計算科学
帰納的手法	実験科学	データ科学

AIはこの一部

4つの方法論を組み合わせた研究例



社会情報基盤の変化

人

- 既存の仕事の置き換えから新たな仕事の創出へ
- 社会制度の変化(個人認証の方法、所有の概念)
- 教育の手法(教育データの活用、教育機関のあり方)

モノ

- 生産(分業)、物流(国際流通網)、消費、廃棄(リサイクル)
- エネルギーの供給と流れ(需給バランスと変動価格)

情報

- 情報が価値を生む(GAFA)
- 通貨制度や経済システムも情報流通の一種
- 信憑性のある情報の価値(真贋検証、Fact Checkなどの重要性)



これらの変化を支えているのが
情報通信技術である！

情報通信技術は、
社会基盤そのものである。

社会情報基盤を構築するための工学とは？

1. COVID-19で明らかになったこと
 - 大学での動き
2. 社会情報基盤としての情報通信技術
 - 社会の変化
 - 科学技術の変化
3. **Society 5.0の実現を目指して**
 - 九州大学伊都キャンパスでの挑戦
 - 教育におけるDX
4. 歴史に学べない時代における新しい工学へ



九州大学伊都キャンパス（移転完了2018.9.29）

<http://www.kyushu-u.ac.jp/ja/university/publicity/movie/>



1. 世界をリードする人材と新しい科学を生み出すキャンパス

2. 未来社会を切り拓く研究成果の実証実験の場としてのキャンパス

3. 歴史や自然など豊かな環境と共生するキャンパス



KYUSHU UNIVERSITY

伊都キャンパスには全てがある

Society 1.0 狩猟



Society 2.0 農業



Society 5.0 の実験



Society 3.0 工業

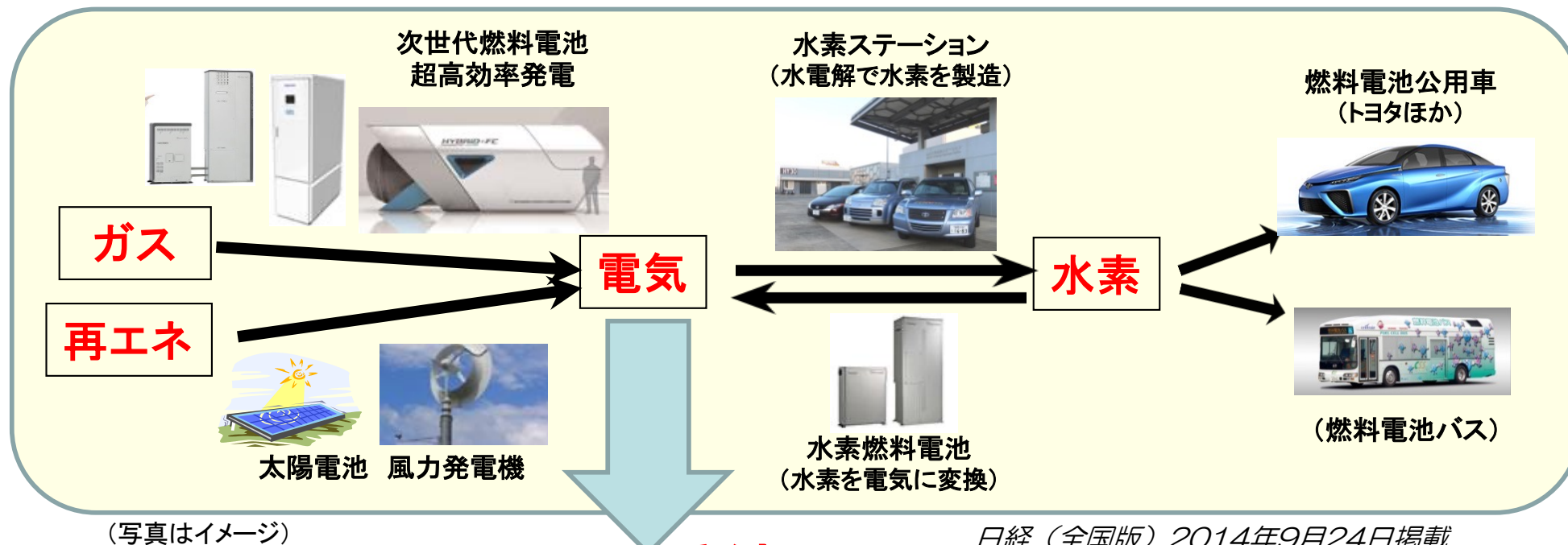


Society 4.0 情報化



1. 水環境の保全
 - 周辺農地への影響（調整池、地下水への浸透）
 - 洪水対策
 - 給水センターによるリサイクル（60%）
2. 環境影響調査
 - 1993年からの定点調査
 - 水質、水循環、大気汚染、生物相
3. 生物多様性保全
 - 100haの緑地保全（山林、河川の保全）
 - 農場との共生
 - 有害鳥獣対策（イノシシ年間50頭捕獲）

新しい都市開発の実験



電力系統 (学内)

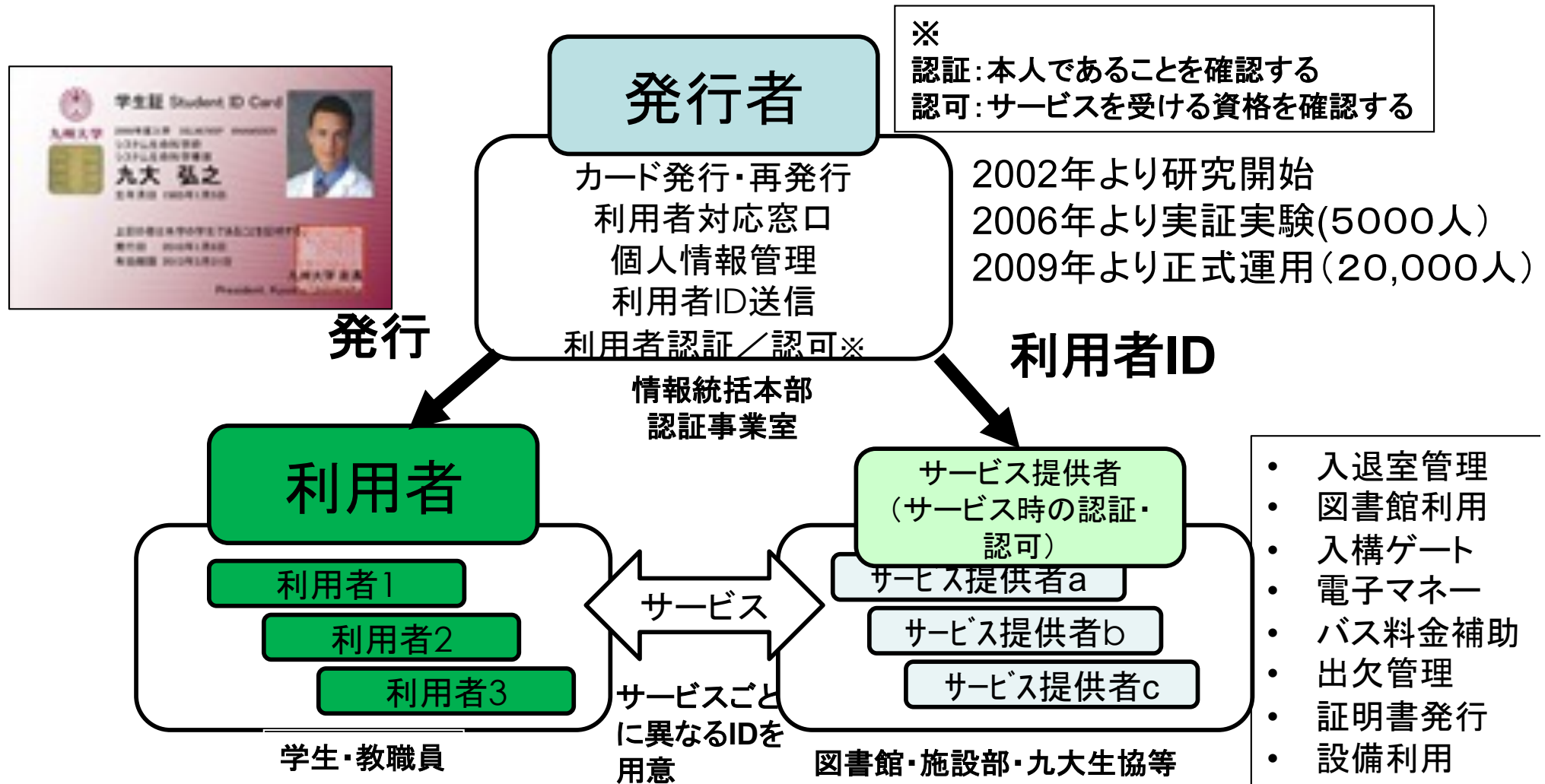
伊都キャンパス

(実証実験キャンパス＝
タイムカプセルのような
未来の街で大学生が勉強
して社会へ羽ばたく場！)

<実証> 2030年ごろの「水素社会」を世界初で具現化

- 大学キャンパスを再エネも含めたスマート未来社会へ！
- キャンパス公用車のゼロエミッション化！
- 燃料電池常時発電による非常用電源確保(安心)！
- 電力・ガス自由化後のエネルギー未来社会を実現！

九州大学のオリジナルICカードシステムVRICS 3者モデル





伊都キャンパスのゲートの内側は、道路交通法上の道路性を認めない(福岡県警)



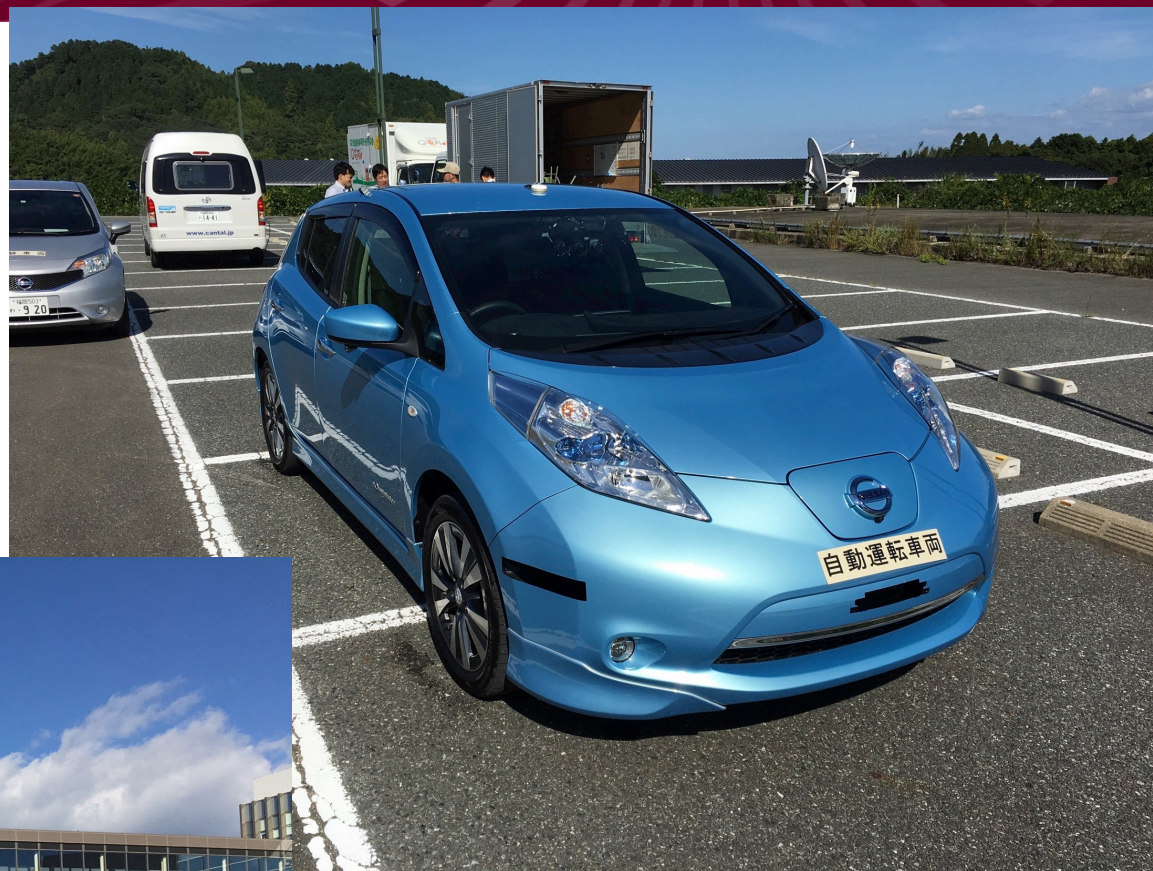
スマートモビリティ推進コンソーシアム: <http://www.smpc.jp>

1. 自動運転: 日産 LEAF、Robot Shuttle (DeNA)
2. AIによる交通管制: AIオンデマンド乗合バス (NTT docomo)
3. 路車間通信: 信号情報の4G配信 (日本信号)、路車間協調 (NTT docomo)
4. オンデマンド運行: NTT docomo、日産

参加機関: NTTdocomo, DeNA, 日産, 日本信号, 福岡市, 福岡地域戦略協議会、九大

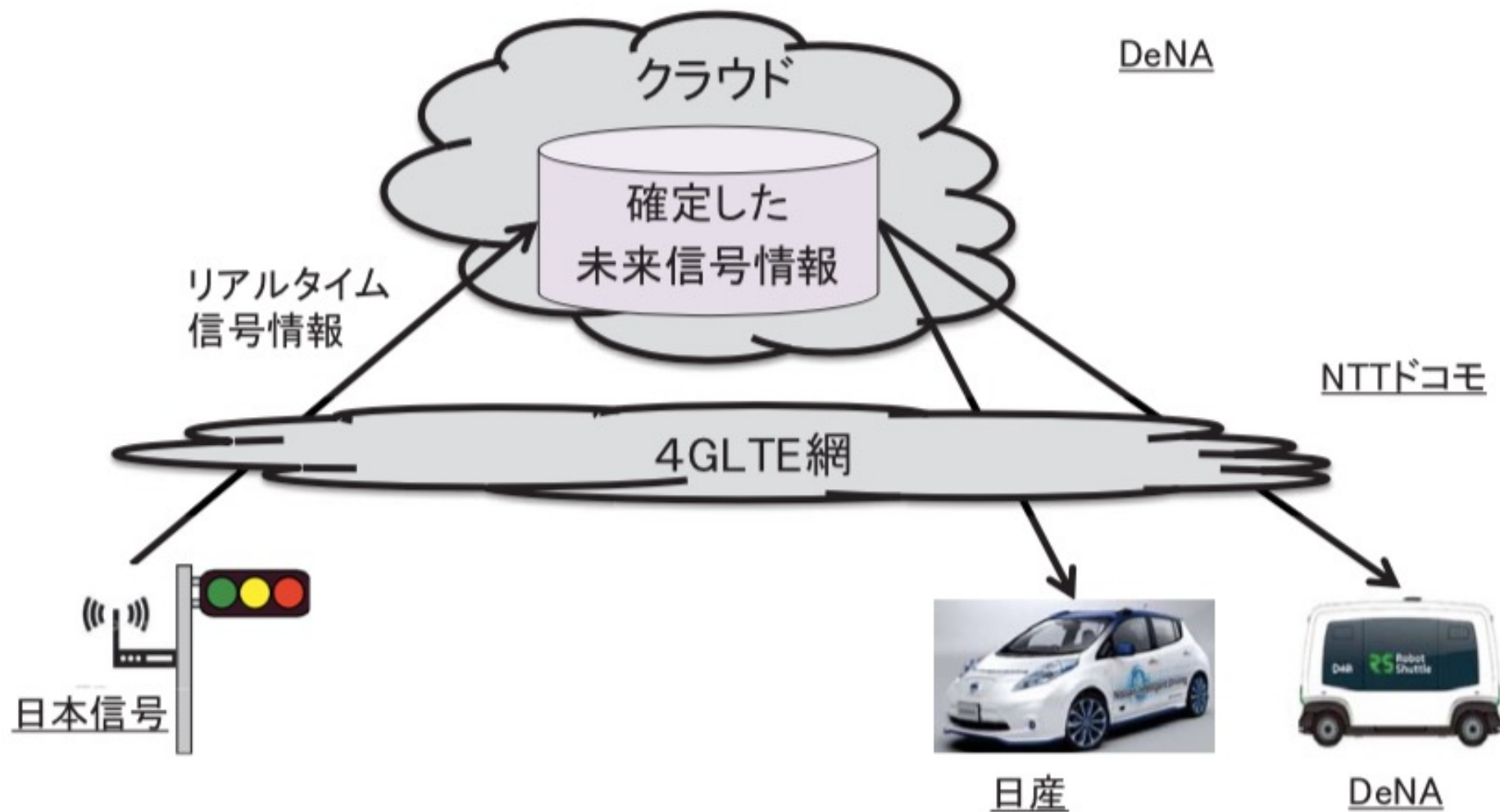


DeNAのロボットシャトルと日産の自動運転車(リーフ)。Docomoは通常のハイエース





信号機情報を、VtoIの700MHz帯ではなく、4GLTE網を使って行うことで、自動運転などの補助につけえるかを検討する



※自動車などから、4GLTE網経由で信号機への情報制御・介入はありません 資料: 日本信号
本実験による信号機データはDeNA・NTTドコモ・日産・日本信号の4社で使します

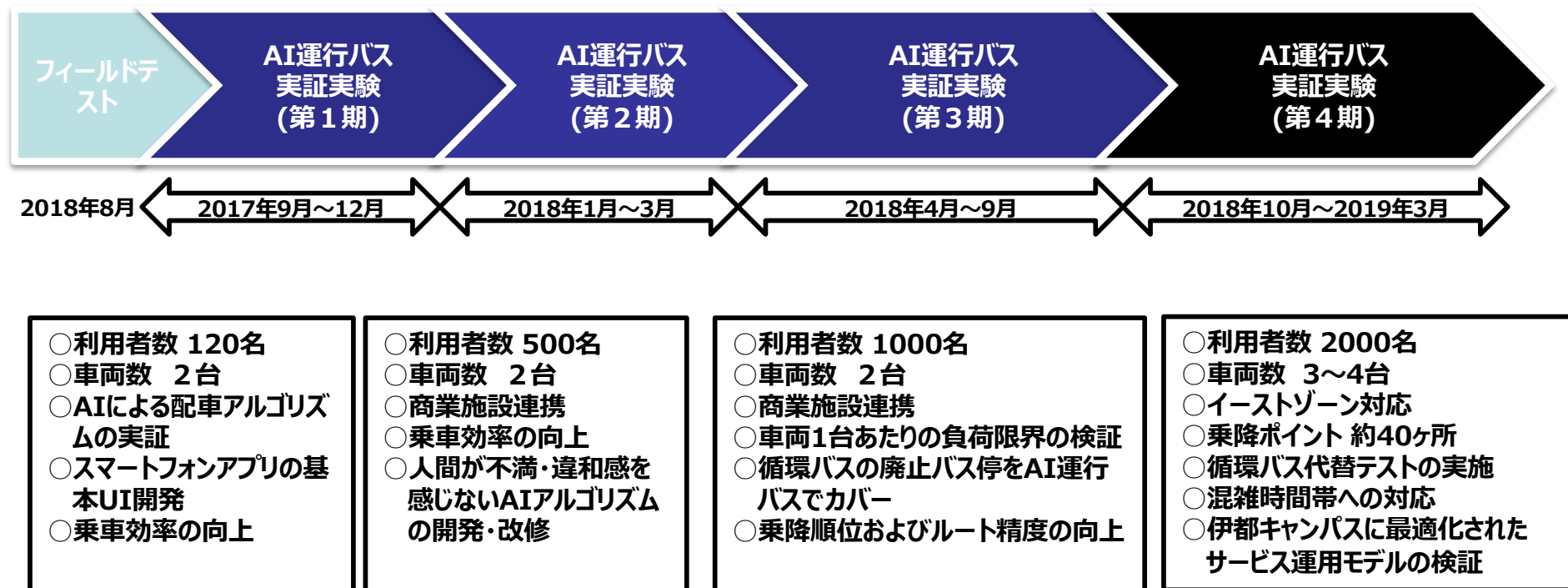
2018年度まで: 定時運行の中型バス(29人乗り)2台

- 1日あたり約240人が利用(平成28年度実績)
- 学内循環バスの問題点
 - 待ち時間が長い(最大約15分)
 - 定期運行のため、利用客がいない状況でも走行している
 - 中型免許を保有した運転手が必要
 - バスが老朽化しており、メンテナンス費用がかかる
 - 運行経路は固定

オンデマンド運行バスへの切り替え

- 普通車(9人乗りハイエース)の複数台構成
- 需要に応じて車両数、運行経路を自由に変更
- AIを利用した運行管理
- スマートフォンによる利用者との通信
- 乗りたいときに乗れて、無駄な走行のない運行

AI運行バスは2017年9月から約1年半の実証実験を実施して来た。2019年4月からは、九州大学が正式にサービスを購入して、**オンデマンドバスaimo**として、平日8時～22時まで営業運行（利用者は無料）する実用段階に入る。学内36箇所、学外（産学連携交流センター）1箇所）の計37箇所で乗降が可能となる。



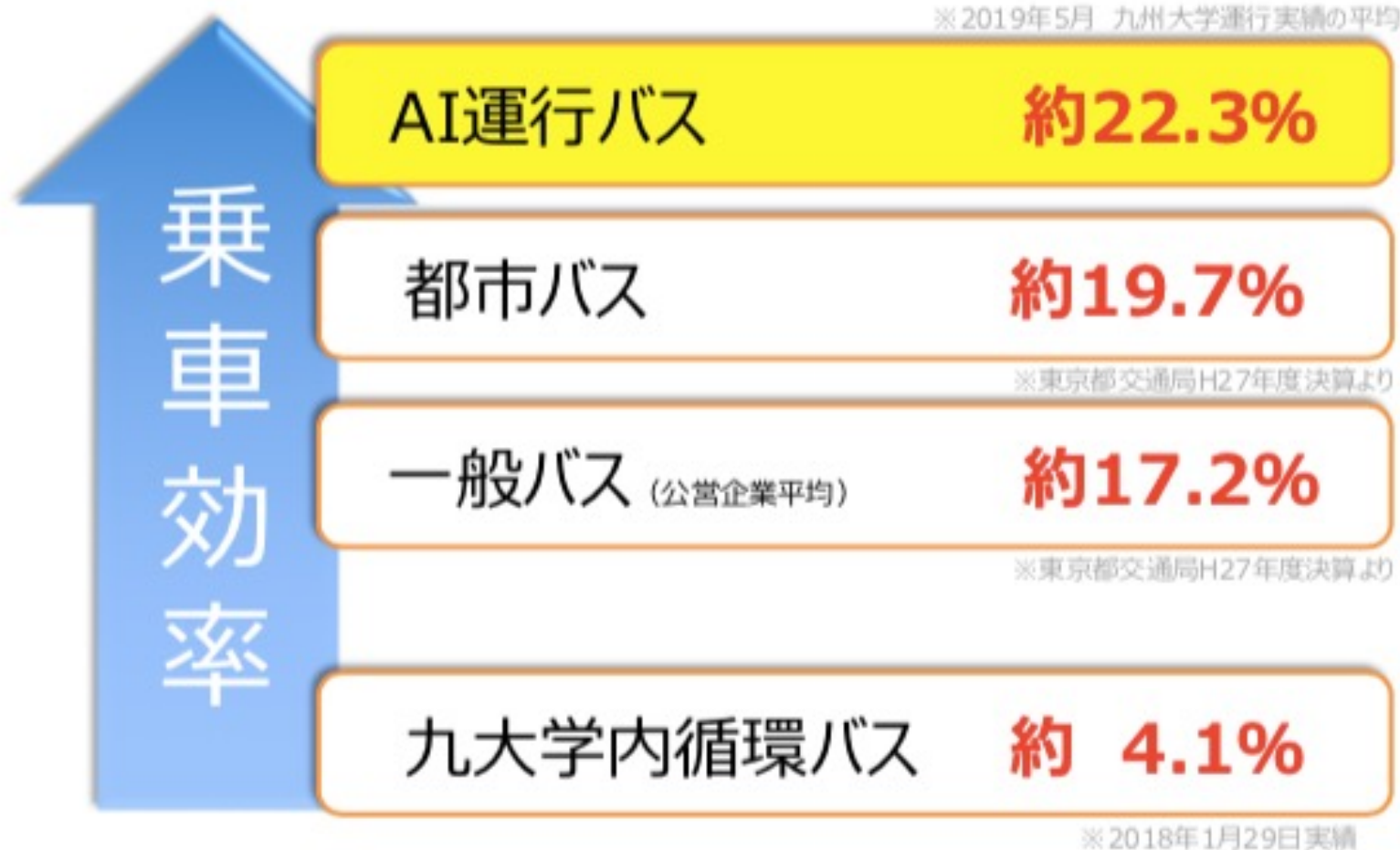
- ・ 長期間の実証実験により、実際の問題点を克服。
- ・ 過疎地の交通弱者対策や貨客混載などへのさらなる実用化を進める。



＜九大実証結果＞ AI運行バスによる効率性の向上②

10

学内循環バスと一般バスと比較して、**高い乗車効率**での輸送を実現

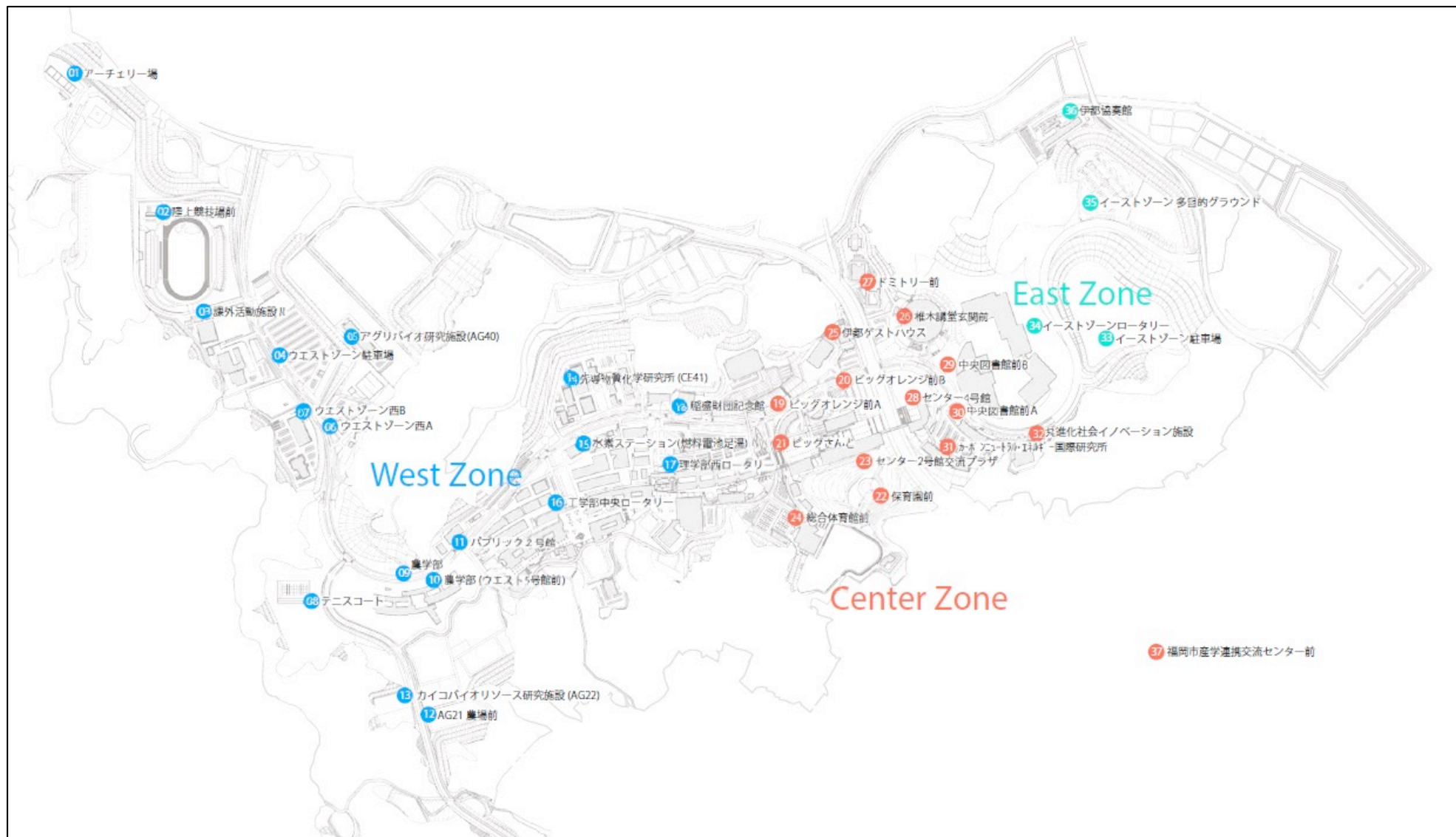


- 技術的課題
 - 実証実験の結果による優位性(経済性、利便性)の明確化
 - 2018年 10 月の移転完了後の需要変化への対応の見通し
 - 複数種類の車両を組み合わせた需給マッチング最適化
- 財務及び契約的課題
 - AI 運行バスの運営母体と契約形態
 - 車両、運転手雇用、システム及び利用者サービスの運用母体の確立
 - 現在所有している中型バスの取り扱い
- 法的課題
 - キャンパス外のサービス範囲(輸送事業者の認可)
 - 周辺商業施設から協賛金をもらって自家用自動車(スクールバス)として運行しても道路運送車両法に抵触しないか？





乗降ポイント(37箇所): 学内36箇所 + 産学連携交流センター
従来は15箇所





モビリティ関係 プロジェクト一覧

■これまでに実施した交通関係実験プロジェクトの一覧

事業者	開始日	終了日	実験概要	備考
DeNA	2016年10月	2018年3月	自動運転バス (EZ10)	道路交通法適用外
日産自動車	2017年7月	2019年3月	自動運転車両	道路交通法適用外
日本信号	2017年12月	継続中	自動運転車両との 信号協調	私有地のため、 敷地管理権に基づき LTE通信可能な 特殊な信号機を
NTTドコモ	2017年3月	継続中	運行管制用ビー コン設置 (人流解析)	私有地内のため、敷地管理権 に基づき プライバシーに 配慮して機械を
	2017年3月	2017年3月	音声エージェント 現場検証 (自動運転車 両を想定した 自動音声応答)	
	2017年10月	2019年3月	AI運行バス オンデマンド 交通システム	私有地内移動 サービスのため、敷地管理権 に基づき乗降ポ イントを自由に
	2019年6月	継続中	オンデマンド学 内バス「アイモ」 (AI運行バ ス)を活用し た	私有地内移動 サービスのため、敷地管理権 に基づき乗降ポ イントを自由に
パナソニック(株)	2019年7月	継続中	電動バイク シェアリング サービス	
(株)モビーライド (※)	2019年8月	継続中	電動キックボ ード シェアリング	道路交通法適用外

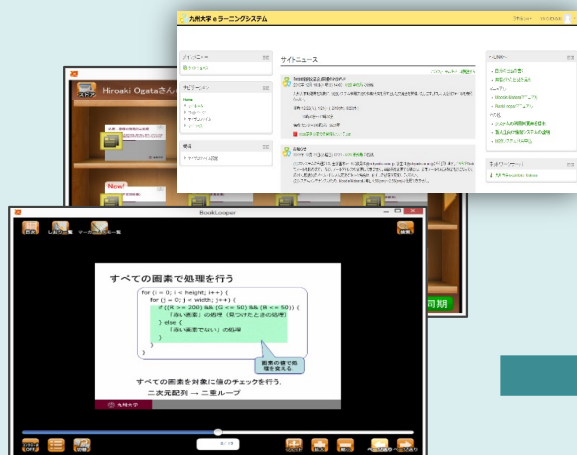
※福岡市実証実験フルサポート事業



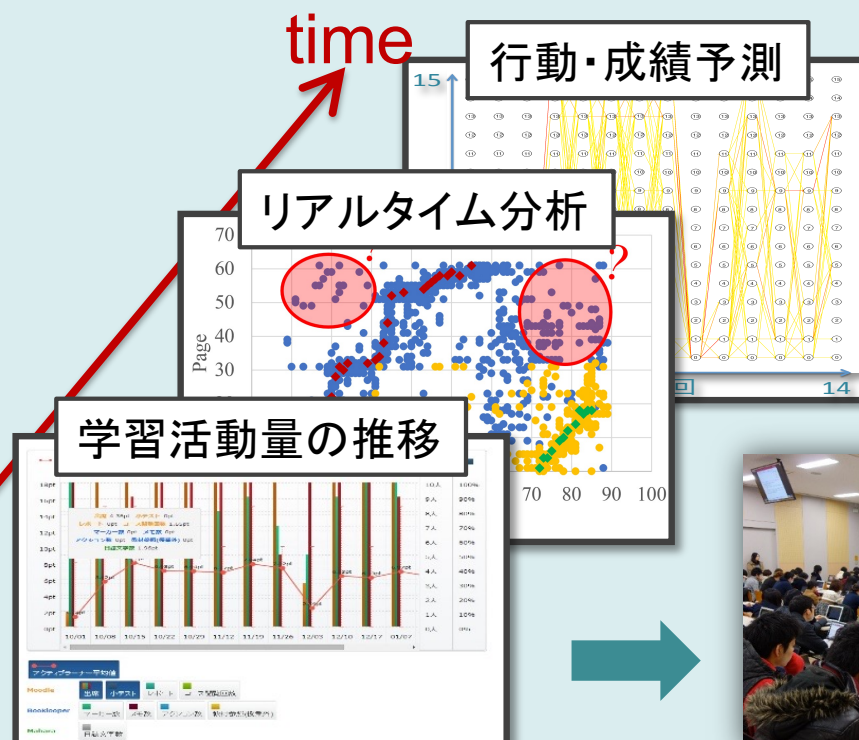
- BYOD: Bring Your Own Device. 日本の大きな大学では九州大学だけ。自分の道具は自分で管理する。(無線LANの整備、ソフトウェア無償配布、セキュリティ教育)
- Learning Analytics: 「デジタル教科書」やe-Learning等の教育情報システムを用いて、学習ログを蓄積し、そのデータの科学的な分析に基づき、教育・学習を改善する。
- 「教育データ科学」の学問領域を創設して、デジタル時代の「学び」を解明し、教育の抜本的な改革を目指す <http://lac.kyushu-u.ac.jp>

H25年: 九州大学PC必携化
H26年: M2Bシステムの導入

現在約3万人、1582コースで利用中
1日約**20万件**のログが蓄積
蓄積データ1.2億ログ



LMS, e-portfolio, e-Book



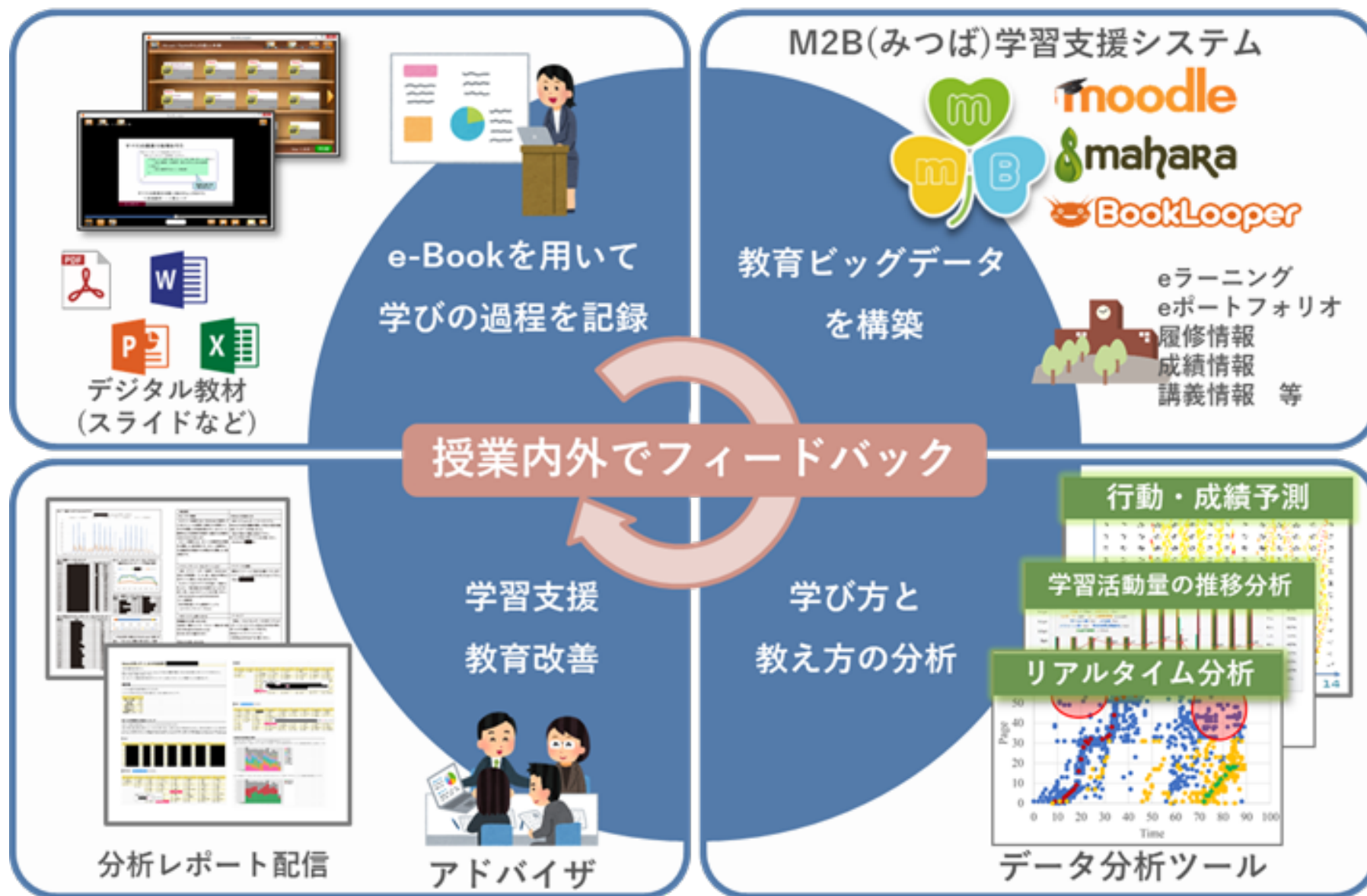
Learning/teaching analytics tools



Feedback

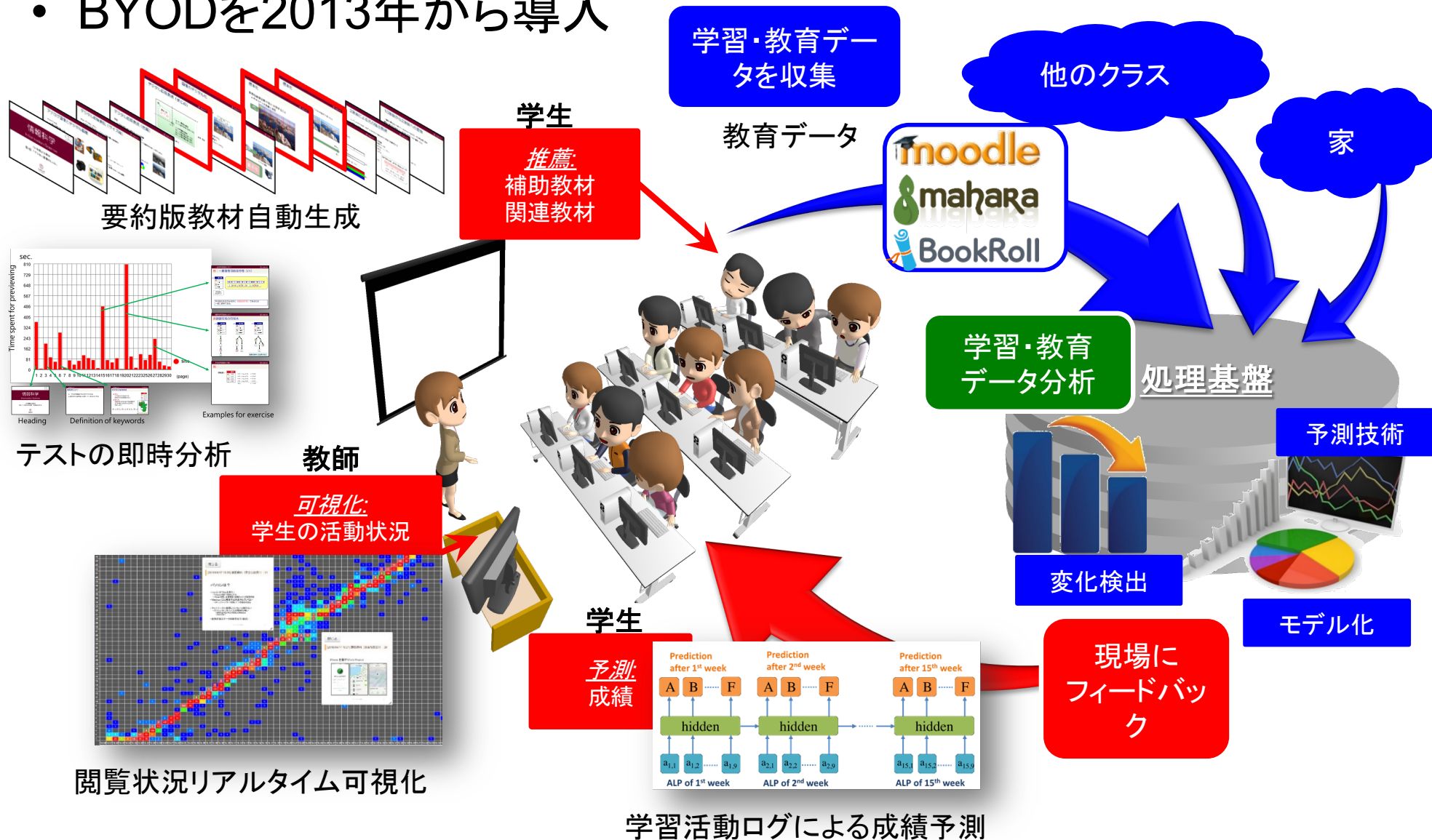
M2B システム

M2B システムの利用について





- BYODを2013年から導入





- 学生は何をしている？
 - 教科書を見ている？
 - 説明についてきている？
- 特に遠隔授業では重要
- 説明のスピードは速すぎる？

リアルタイム分析
リアルタイムフィードバック





電子教材閲覧ログデータの活用

表示中の
ページ

44

受講者の教材閲覧状況

(教師がその場で確認できる)

明るい色ほど
人数が多い

授業開始

授業終了
(90分後)表示中の
ページ

44

続けて別のクラスで行われ
た同一教師による同じ内容
の授業 (教師が説明中の資
料を同時に自分のパソコン
で見ている学生が増加)

授業開始

授業終了
(90分後)一人の学生を一行で表現
(百数十名のクラス)

教材閲覧ログデータの比較

	第1回の授業	第2回の授業	第3回の授業	第4回の授業
教師 1				
教師 2				
教師 3				
教師 4				
教師 5				
教師 6				
教師 7				
教師 8				
教師 9				
教師 10				

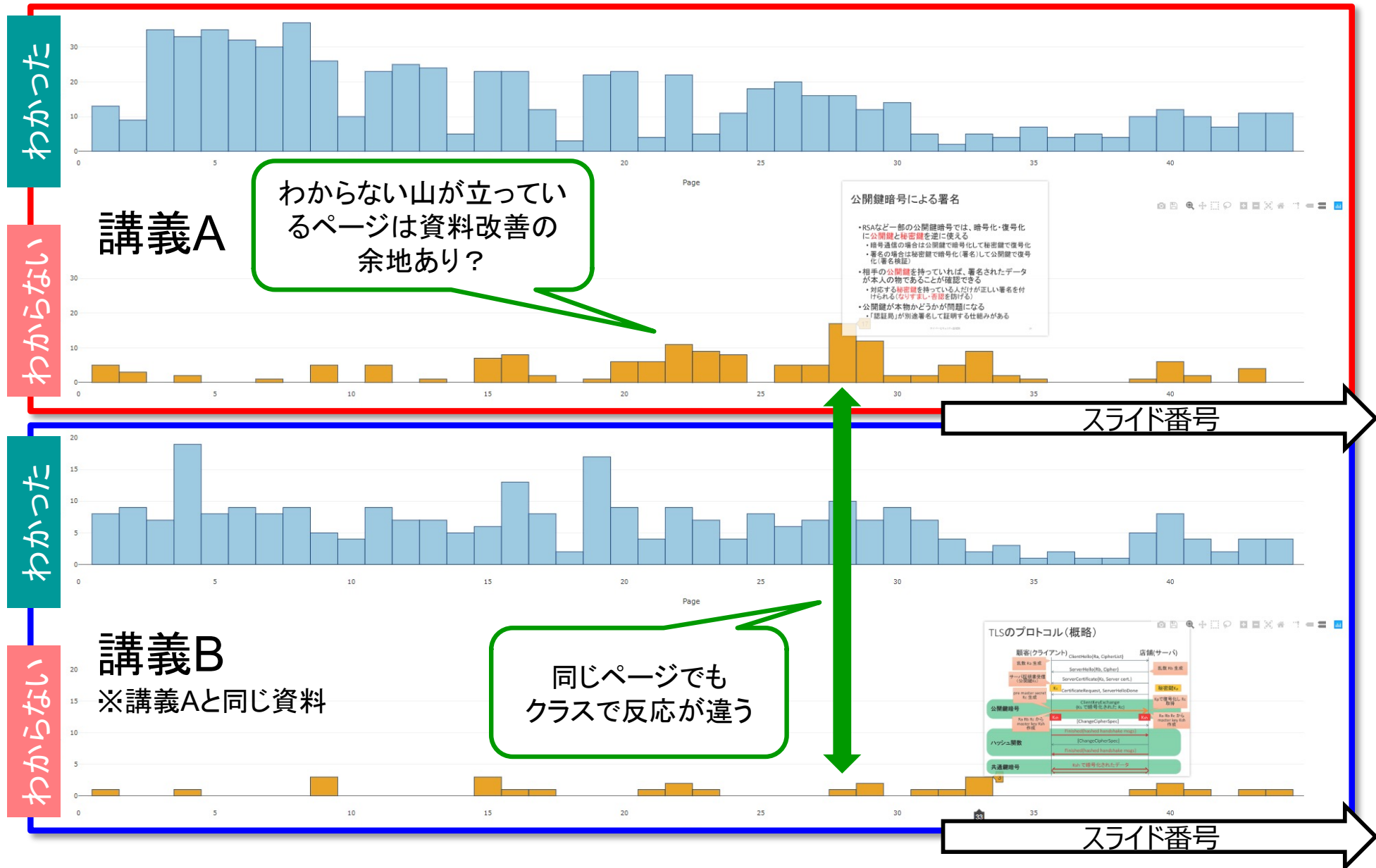
- 教師よりも前のスライドを閲覧
- 教師よりも先のスライドを閲覧

授業開始

授業終了 (90分後)

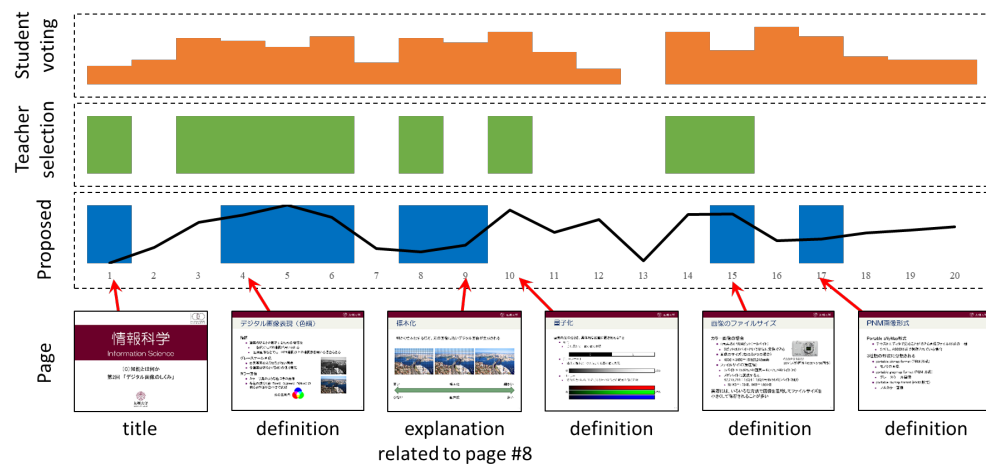
教員が授業中の話し方・スピードの改善に役立てた

担当教員のミーティングにおいて提示し、教員による
教え方の違い等に着目して改善すべき点を議論した





元教材の中から重要なページを自動発見
短時間で予習・復習できる資料に自動要約



高精度に重要ページを選択

予習達成率が飛躍的に向上

■ All ■ Summary



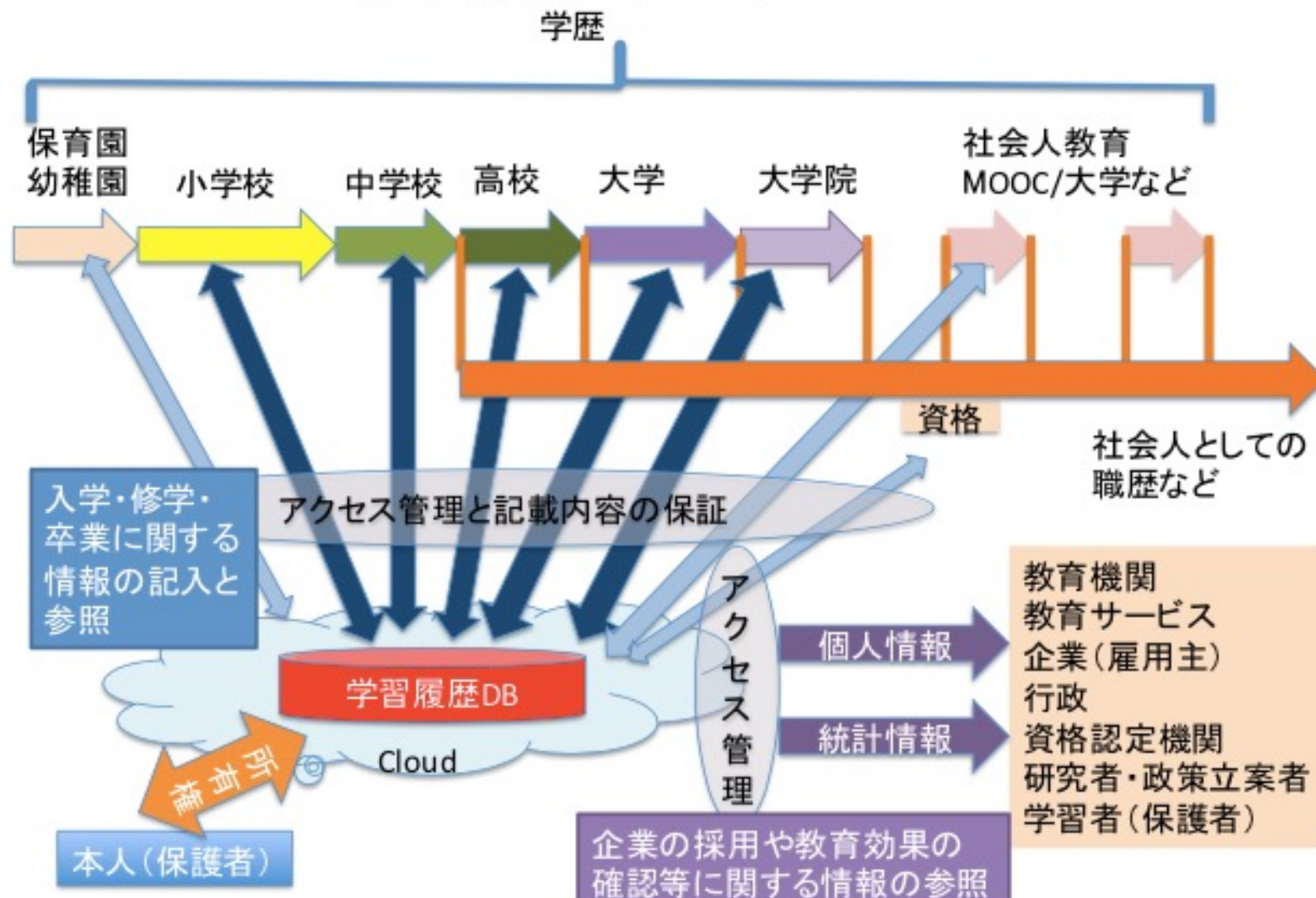


教育・学習データの活用

活用 場面 ↓ 活用者	個々の授業	1科目全体	1学年全体	教育課程 の入学から 卒業まで	初等教育から社会人教育まで	社会全体
生徒個人	学習の効果	科目の学習 達成度	科目間の 関係	教育課程 の学習効果	学習履歴	社会的な 教育水準
教員	授業の教育 効果	科目の 教育効果	教育スケ ジュール	カリキュラ ム構成	教育体系の 中での担当 教育役割	教育指針
教育機関	授業効率	科目の 教育効率	学年の 教育効率	カリキュラ ムポリシー	教育体系の 中での各機 関の役割	社会的役割
国または 自治体	教育環境 教材	教科書 科目の学習 指導要領	学年の学習 指導要領	教育課程の 学習指導要 領	教育制度	教育行政

教育の高度化と学習履歴の蓄積

学習履歴データベース





学習履歴データに基づく社会の構築

入試や就職試験の変化

- 知識や最終成績だけでなく学習のプロセスを見る
- 多様な評価基準を適用できる
- 評価者の主観のバラツキの修正(ビッグデータ解析)
- 教育機関が与えた教育(成績)証明の信憑性の向上

生涯教育の普及

- 社会人の学び直し教育と資格の連携
- 多様な能力評価と待遇の関係

教育体系の客観的評価

- 教育体系や入試などの科学的分析に基づく議論
- 社会としての教育目的と効果の関係の明示



JMOOC

一般社団法人日本オープンオンライン教育推進協議会

<http://www.jmooc.jp/about/> 2013年11月設立

- 39大学、21研究機関、30社が参加
- 3つのプラットフォーム
- 2014年4月に3講座が開講したのを皮切りに、430の講座が開講
- 登録者99.8万人
- 延べ学習者数130万人
- 働き方改革の手段としても注目



OpenLearning



10分程度の動画 5~10本
学習確認の
小テスト



掲示板での議論

総合課題提出

修了証発行

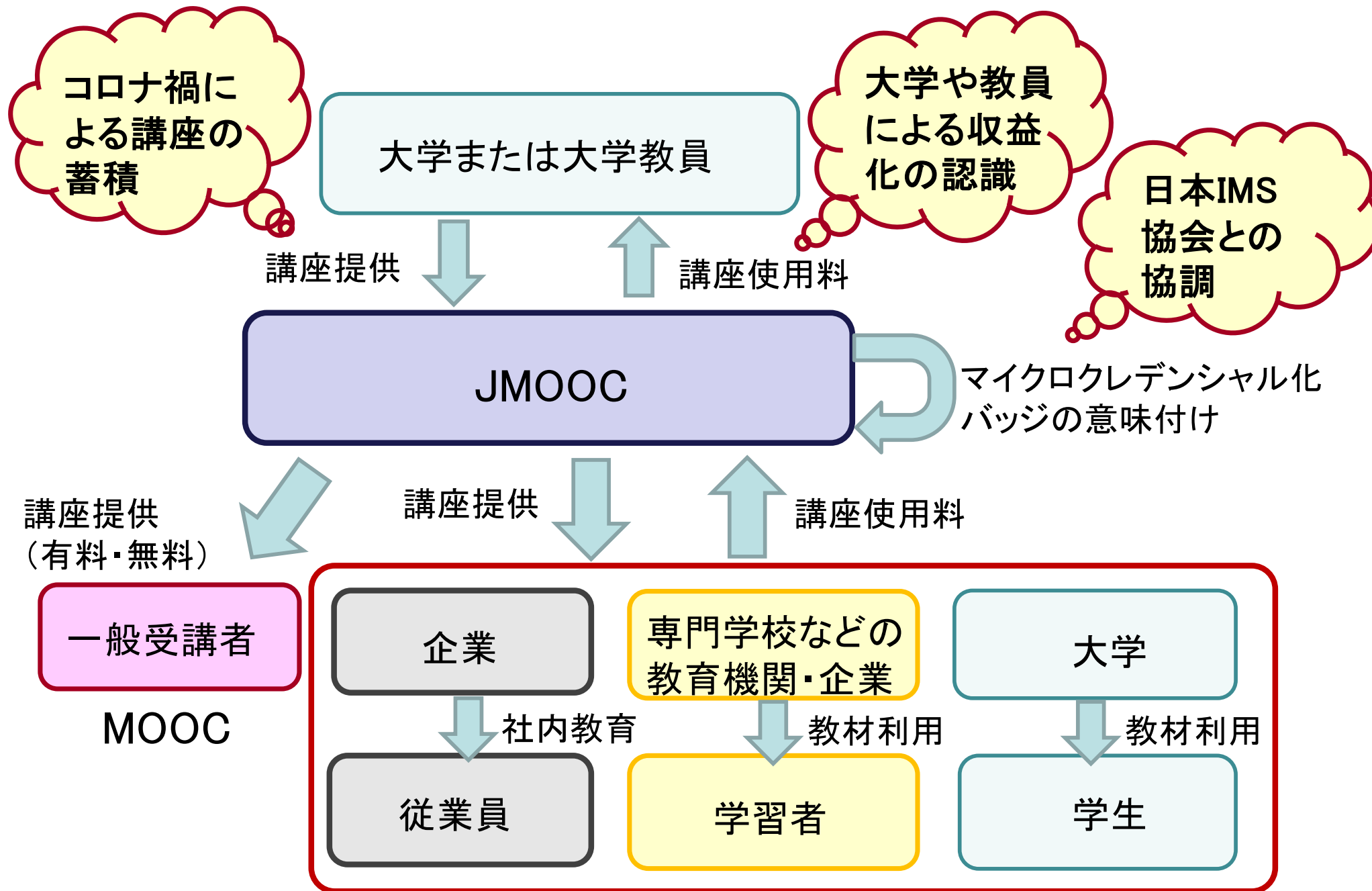


1WEEK

2WEEK

3WEEK

4WEEK



経験から得たもの

- 技術だけでは社会は受け入れない。仕組みやメリットをしっかりと説明することが重要。そして、安全に安定的なサービスの提供が必須。(コスト、保守、危機対応など)
- 制度や規則を変える覚悟が必要。誰が責任を取るかも重要。
- 社会実装ができないことを政治や経営の責任にするのは、工学側の言い逃れに過ぎない。

社会情報基盤を構築するための工学とは？

1. COVID-19で明らかになったこと
 - 大学での動き
2. 社会情報基盤としての情報通信技術
 - 社会の変化
 - 科学技術の変化
3. Society 5.0の実現を目指して
 - 九州大学伊都キャンパスでの挑戦
 - 教育におけるDX
4. **歴史に学べない時代における新しい工学へ**

現代は歴史に学べない時代

■ 人類が経験したことが無い社会

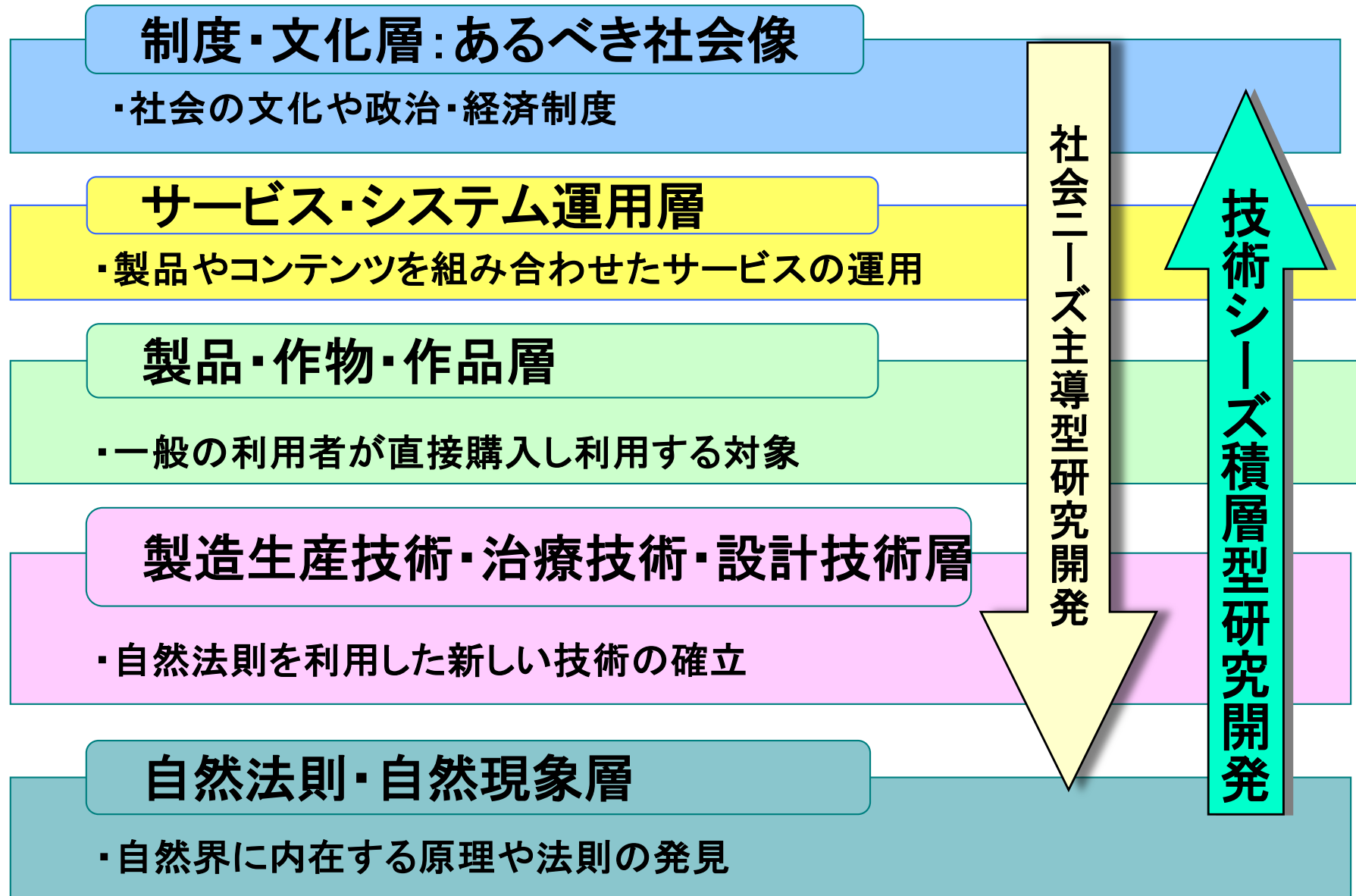
➤ 今日の常識は明日の非常識

■ 新しい社会システムとその基盤の構築

■ 新しい哲学、倫理、社会の指導原理への要求

■ 技術と社会の調和の探求

社会情報基盤 2005年に提案(安浦)



今風に言えば。。。

制度・文化層：あるべき社会像

・社会的課題、SDGs、Society 5.0

サービス・システム運用層

・GAFAの主たる収益源

製品・作物・作品層

・製造業の主戦場

製造生産技術・治療技術・設計技術層

・工学、農学、医学などの主たる研究分野

自然法則・自然現象層

・基礎研究分野

課題解決のためのバックキャスト



質問:

20世紀における世界文明に対する日本の最大の貢献は何か？

日本語ワードプロセッサの発明

- 情報化時代においても日本語を使える社会の実現
- 2000文字を越える漢字・ひらがな・カタカナをどのように取り扱うか？
 - 入力方式
 - ✓ カナー漢字変換方式→言語処理と辞書の活用、中国語などへの転用
 - ✓ 手書き認識→任天堂DS、PDA、スマートフォン
 - 自然言語処理技術
 - ✓ 辞書と文法解析→Googleなどの検索、Big Data解析
 - メール、HP, Twitter, Facebookなどの解析
 - 過去の文書の解析
 - 表示方式
 - ✓ 漢字フォント
 - 1文字に32×32ドットが最低必要。(英文字は5×7で可)3500bits
 - 2000文字に200万ビット→半導体メモリ 2,000,000bits
 - ✓ プリンタ方式→高解像度プリンタ

鷹

日本語ワードプロセッサの貢献

- 言語文化の多様性を維持したままでの情報社会の実現
- 技術に文化を合わせるか？文化に技術を合わせるか？の歴史的選択
- 東アジア、東南アジア、アラブ諸国の文化の多様性の維持
- 世界の文化の多様性を守った技術として、人類文化史上極めて大きな影響
- 未来の日本人も源氏物語を読める！

安浦：「社会情報基盤の構築と大学の役割」：アシル・アハメッド、大杉卓三編：「BOPを変革する情報通信技術、第3章」、集広社（2009年）



Portable Health Clinic (Prof. Ahmed Ashir)



社会情報基盤と安全保障

- セキュリティ対策とプライバシー保護
- 災害（エネルギー遮断も含む）への耐性
- 情報遮断や情報分断の影響（海外への依存など）
- 武力紛争の影響（電子・情報戦を含む）

保守の重要性(何を変え、何を変えないか？)

物理的社会基盤の保守と安全性確保

- 交通網、電力網、水道、ガス、物流網
- 止めないことの重要性(保守技術や体制の確保: 原発の例)
- 開発・保守の人材とノウハウの継続性

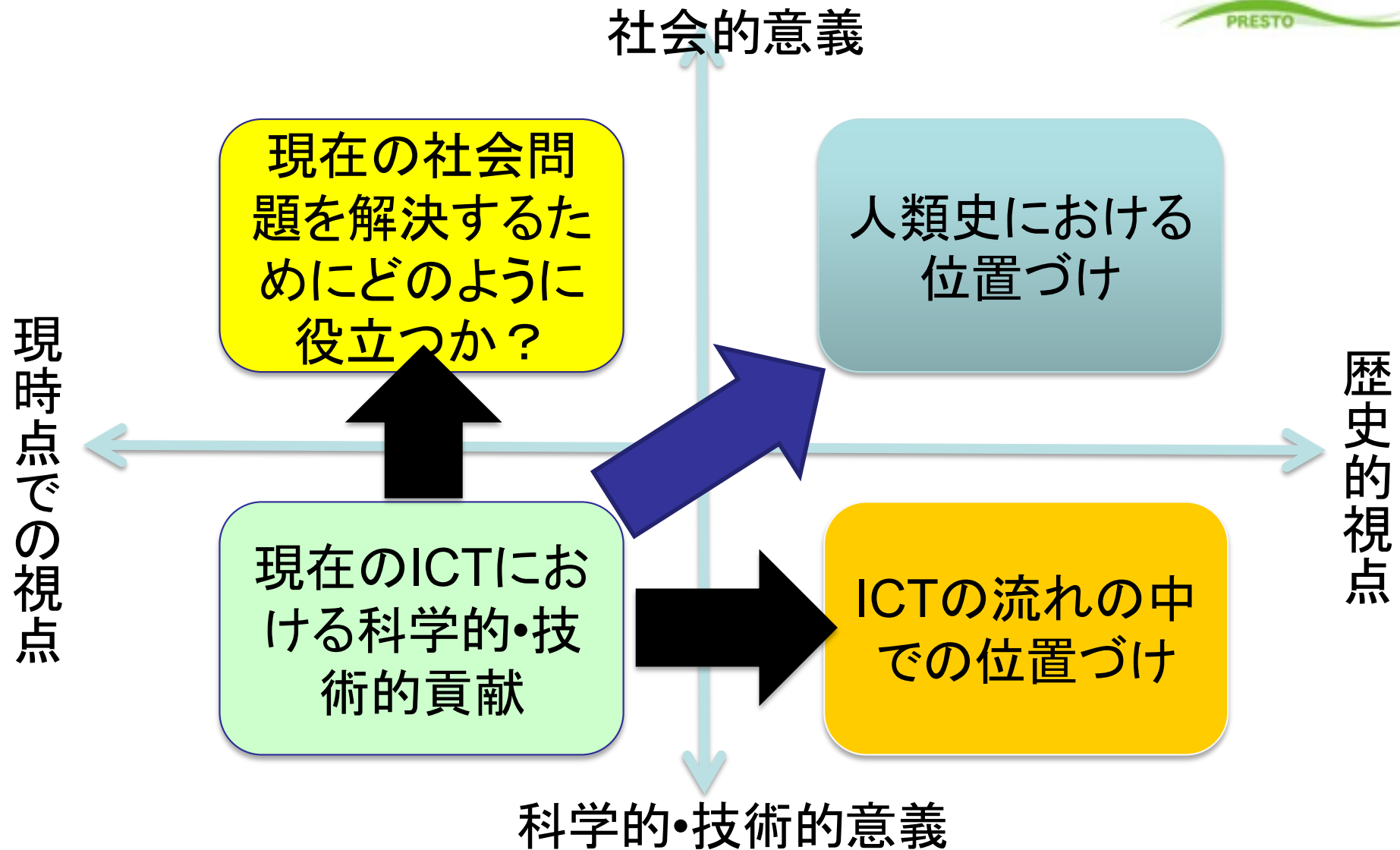
社会情報基盤の保守の特殊性

- 通信網や関連デバイスの技術革新への対応 (Compatibility)
- 国際ネットワーク、複雑性、経済性(利益回収期間の違い)

社会制度の保守

- 技術革新によるイノベーションを妨げない制度改革

若い研究者・開発者に期待する姿勢



[社会情報基盤] 社会と調和した情報基盤技術の構築

必要な国家的投資テーマ

- 人への投資
 - 教育改革への投資
- モノづくりだけではなく、保守への投資
 - 保守の重要性の再認識
 - SDGsは地球と人類の生存のための保守作業目標
- 技術変化に対応した社会制度改革への投資
 - 現実社会に役立つデータ科学的な法学や経済学が必要
 - 社会科学は社会のDesignのための道具

大学と社会情報基盤構築

- 大学は、一つの社会であり、様々な分野の教員、研究者、学生がいる
- 大学自身が、社会的存在価値や経済情勢で大きく変化せざるを得ない状況にある
- 学生を巻き込むことで、未来社会を創造する次世代が経験を積める

おわりに

- ICTは、社会情報基盤を支える基盤
- 電子情報通信学会は、社会情報基盤構築のための工学を作る責任がある
- 法律や制度を含む社会構造の改革との共同作業が必要