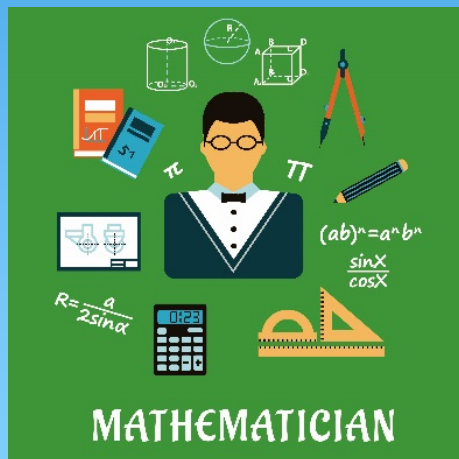


# 数学・データサイエンス分野 における産学連携教育の 現状と課題



2017年3月3日

池川 隆司

東京大学 数理キャリア支援室

E-mail [tikegawa@ms.u-tokyo.ac.jp](mailto:tikegawa@ms.u-tokyo.ac.jp)

<http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/users/career/>

## ● キャリアアドバイザー（東京大学、慶應義塾大学、日本数学会社会連携協議会委員）

- 数学系学生/ポスドクの進路指導
- 産学連携による数学人材育成戦略立案
- 各種イベント企画運営



## ● 非常勤講師（神奈川工科大学）

- 日本語/英語による科学技術文書作成/発表技術の講義

## ● 研究開発シニアコンサルタント（アルテ社）

- 移動履歴データマイニングの研究開発



## ● 客員教授（早稲田大学）

- 無線系情報ネットワークの数理モデルの研究
- 産学連携による人材育成方法論の研究

科研費  
KAKENHI

0. 役に立つ数学
1. 共通言語としての数学とイノベーション創出
2. 数学イノベーション戦略
3. 数学履修生の進路先の拡がり
4. 数学分野の人材育成
5. データサイエンス分野の人材育成
6. 課題

# 0. 役に立つ数学

## 「理工系プロフェッショナル」 ネット検索

[PDF] 理工系プロフェッショナル教育推進委託事業 - 文部科学省  
www.mext.go.jp/...  
少子高齢化により、生産年齢人口が減少する中で、今後とも我が国の持続的発展のためには、イノベーションを担う理工系人材の育成が重要である。高等教育においては、学究的な専門性の追求のみならず、高度な技術開発やグローバルな経営を担うために...

$$x_7 = 0.2$$

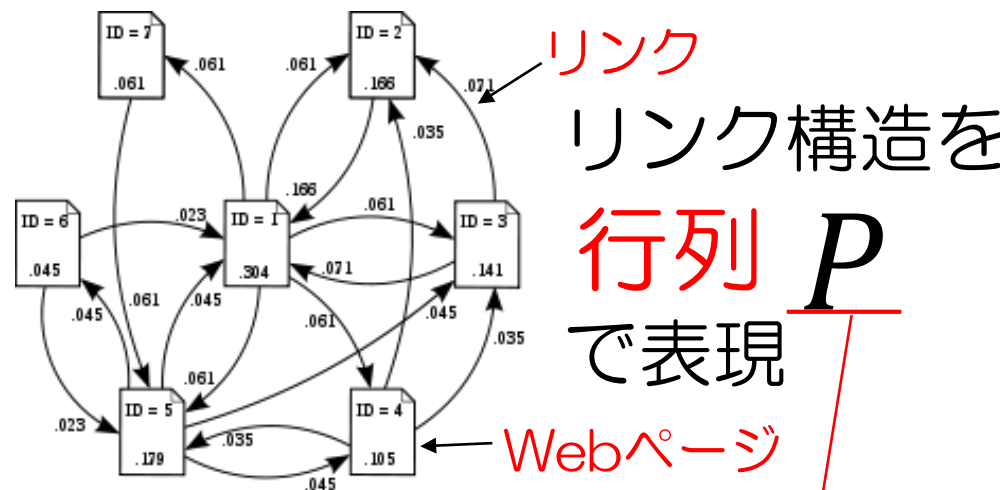
[PDF] 理工系プロフェッショナル教育推進委託事業調査研究報告書 - 文部科学省  
www.mext.go.jp/component/m\_...  
2016/03/14 - 本報告書は、文部科学省の調査研究委託費による委託事業として、国立大学法人千代田大学が実施した平成27年度「理工系プロフェッショナル教育推進委託事業」調査研究テーマ「工学分野における理工系人材育成の在り方に関する調査」...

$$x_2 = 0.1$$

[PDF] 理工系人材育成戦略 - 文部科学省  
www.mext.go.jp/component/m\_...  
2015/03/13 - 理工系プロフェッショナル、リーダー人材育成システムの強化、重点2、教育機能のグローバル化の推進、重点3、地域企業との連携による持続的・発見的イノベーション創出、重点4、国立大学における教育研究組織の整備・再編等を通じた理工...

[XLS] 理工系プロフェッショナル教育推進事業  
www.cas.go.jp/...  
4. 事業名、理工系プロフェッショナル教育推進事業、担当部署、高等教育局、作成責任者、5. 事業開始・終了(予定)年度、平成27年度 - 平成33年度、担当課室、専門教育課、半尾 利文、6. 会計区分、一般会計、政策、施策名、政策目標4: 個性が輝く高等教育の...

$$x_4 = 0.09$$



リンク構造を  
行列  $P$   
で表現

<https://ja.wikipedia.org/wiki/ページランク>

## マルコフ連鎖の概念の導入

$$P' = \frac{(1-\varepsilon)}{|S|} E + \varepsilon P$$

減衰率  $\varepsilon$   
総ページ数  $|S|$   
すべての要素が1の行列  $E$

## 固有ベクトルの算出

$$\vec{x} P' = \vec{x} \quad \sum_i x_i = 1$$

$\vec{x}$  の要素の大きい順で並べる

## ランキングのアルゴリズムは?

# 0. 役に立つ数学

## ネット検索ランキングアルゴリズム考案者

(12) **United States Patent Page**

ローレンス “ラリー”  
ページ氏 (43歳)

(54) **METHOD FOR NODE RANKING IN A LINKED DATABASE**

(75) Inventor: Lawrence Page, Stanford, CA (US)

(73) Assignee: The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University, Stanford, CA (US)



<https://ja.wikipedia.org/wiki/ラリー・ページ>

**Google** 共同創始者、最高経営責任者

2016年世界の億万長者：12位

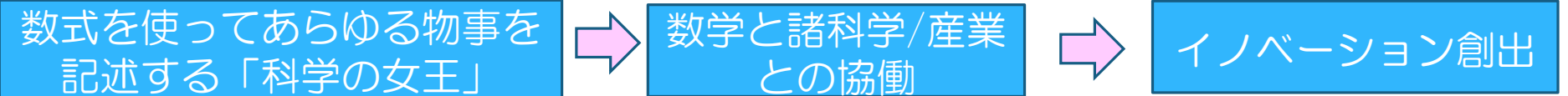
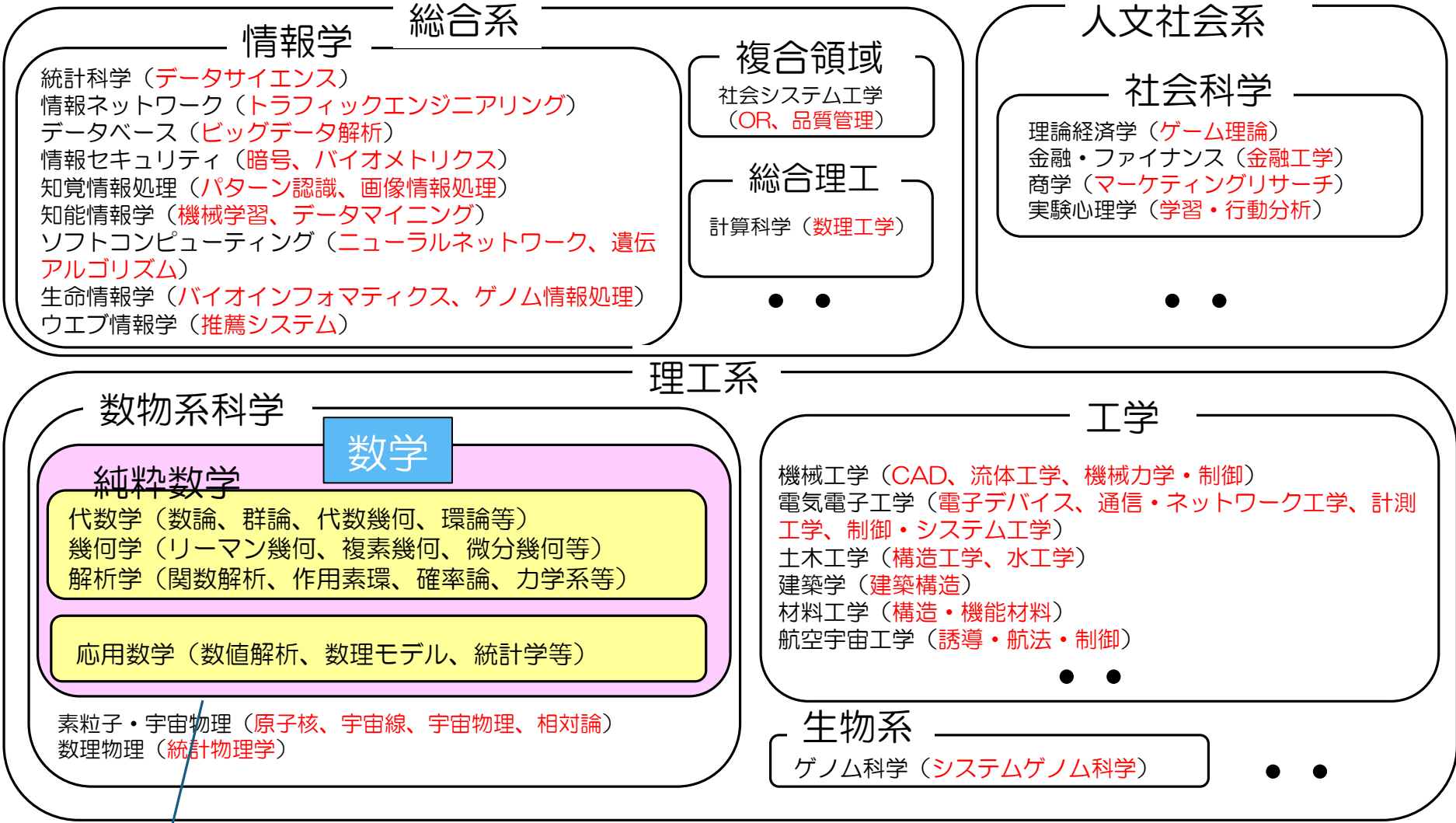
総資産：約4兆円

【参考】2017年度「日本の国家予算」

約97.5兆円

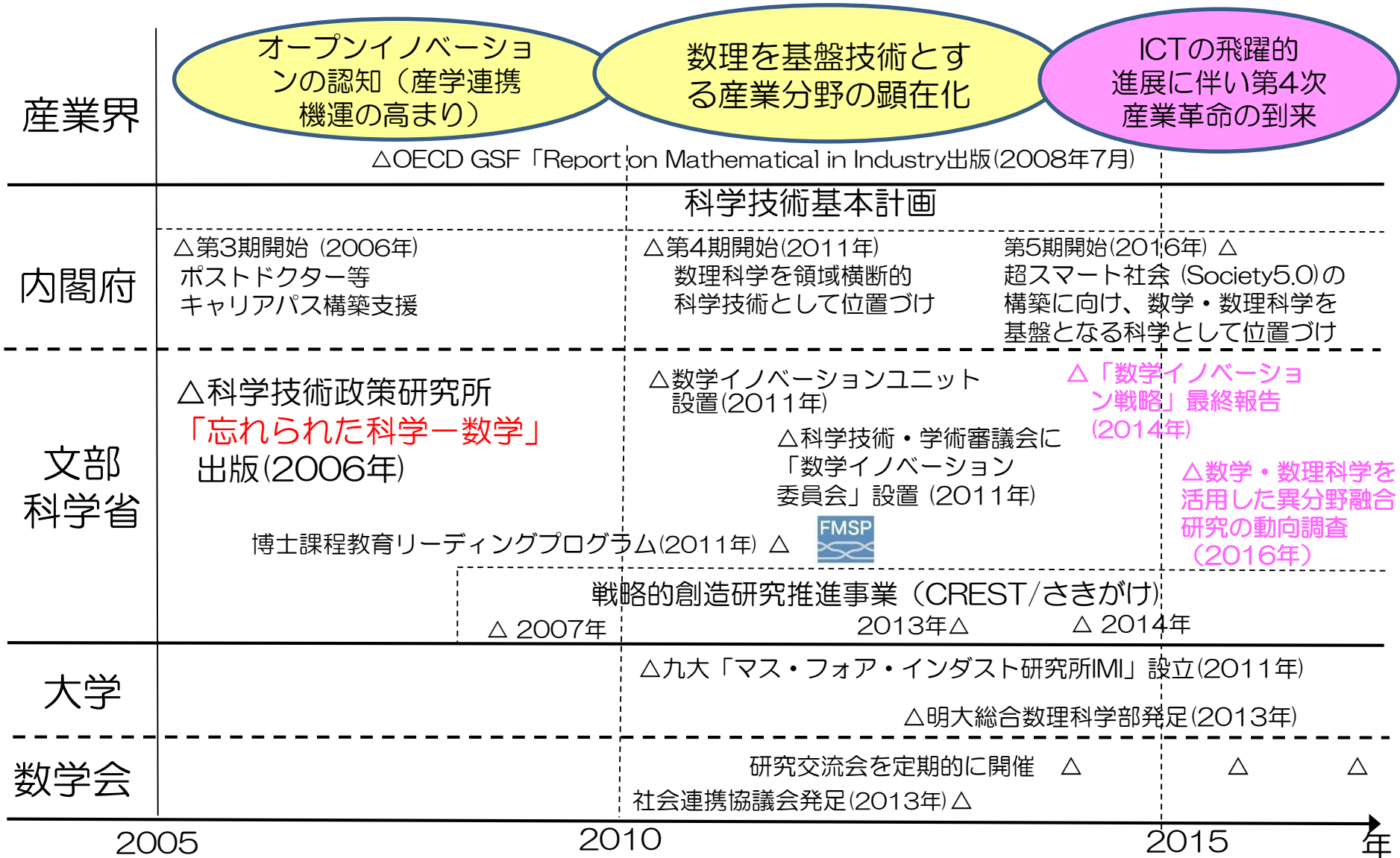


# 1. 共通言語としての数学とイノベーション創出

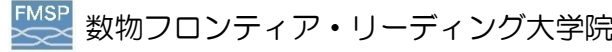




# 2. 数学イノベーション戦略：系譜



【出典】池川, 日本数学会数学通信, Vol.19, No. 4, pp. 26-33, 2015年2月の図1を最新化



## 2. 数学イノベーション戦略：忘れられた科学

文部科学省科学技術政策研究所

「忘れられた科学—数学」 (2006年5月出版)

数学研究に関する初の実態調査

フィールズ賞 (純粋数学の  
ノーベル賞)

日本3人輩出/45人 (当時)

### ① 数学研究論文数

2003年：世界6位 (米、仏、独、英、中、日)

### ② 数学研究費

米国 1998年：約550億円

2004年：約800億円

日本 1998年：約20億円 (横ばい)

### ③ 数学教育

米国 1998年：科学アカデミー

数学教育

の強化を提言

(2006年：ブッシュ大統領

STEM教育の推進)





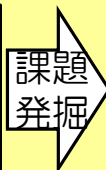
# 2. 数学イノベーション戦略

## 背景

- 諸科学や産業において「数学的アプローチが不可欠」との認識の高まり
  - 国際的にも数学と諸科学・産業との連携に向けた動きが活発化
- ⇒ 数学イノベーションが必要

## 必要な活動

1. 数学へのニーズ発掘から協働へ  
**数学協働プログラム**の実施  
(スタディーグループ/ワークショップ)



2. 数学者との協働研究  
戦略的創造研究推進事業  
(CREST/さきがけ)



- 当該課題の解決
- 数学へのフィードバック
- 他分野への水平展開

## 3. 人材育成

- 数学を現実世界の問題に応用できる人材の育成
- 数学系学生の企業等へのキャリアパスの構築

4. 情報の発信等  
諸科学・産業向け情報発信,  
成果の展開

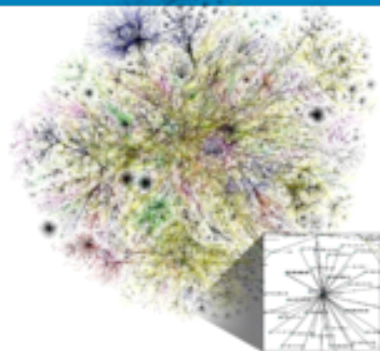
## 必要な体制

- 数学と諸科学/産業との協働の中核となる「拠点」(九大マス・フォア・インダストリ研究所, 統数研 明大先端数理科学インスティテュート)
- 各拠点間の協力体制(「数学協働プログラム」の実施体制)

【出典】「数学イノベーション戦略」最終報告書の6ページを基に著者作成



# 3. 数学履修生の進路先の拡がり



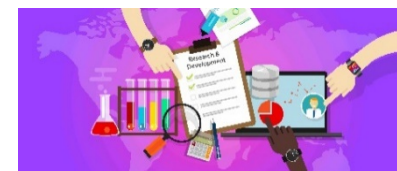
システムインテグレーション・  
コンサルティング等

データサイエン  
ティスト

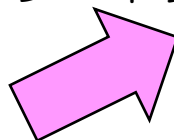


情報・電機・自動車  
運輸・素材等

研究・開発職



インターネット



情報通信技術  
の著しい発展

保険・銀行  
証券等

アクチュアリー  
クオンツ



主に

情報・電機

研究・開発職

保険

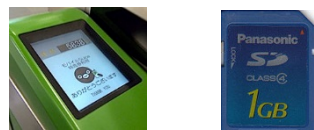
アクチュアリー

教育

中学・高校教職

大学教職

昔



写真等：Wikipediaより

教育

中学・高校教職

大学教職

今



【出典】池川 隆司: "数学履修生のキャリアとそのデザイン", 数学ガイダンス2016, 2016年3月



# 3. 数学履修生の進路先の拡がり

## アメリカでの職業評価結果

【出典】 <http://www.careercast.com/>

順位	2014	2015	2016
1	Mathematician	Actuary	Data Scientist
2	University Professor	Audiologist	Statistician
3	Statistician	Mathematician	Information Security Analyst
4	Actuary	Statistician	Audiologist
5	Audiologist	Biomedical Engineer	Diagnostic Medical Sonographer
6	Dental Hygienist	Data Scientist	Mathematician
7	Software Engineer	Dental Hygienist	Software Engineer
8	Computer Systems Analyst	Software Engineer	Computer Systems Analyst
9	Occupational Therapist	Occupational Therapist	Speech Pathologist
10	Speech Pathologist	Computer Systems Analyst	Actuary

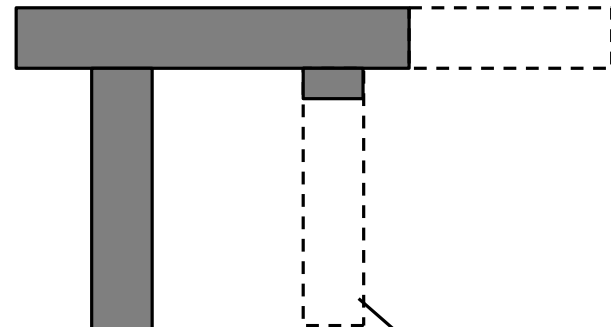
【注】 赤字： 数学をコアとする職業

Data Scientist, Statistician, Mathematician, Actuaryの定義については付録1参照



# 4. 数学分野の人材育成: 課題

トランスファラブルスキル



数学以外のスキル  
(プログラミング  
スキル等)

数学の専門学力・研究力

数学会「異分野異業種  
交流会」へ参加した  
産業界関係者等の声

他分野の若手研究者と比較すると  
プレゼンテーションスキルは  
低い。

課題1: トランスファラブル  
スキルの醸成

数理キャリア支援室  
来訪者等の声

少なくともプログラミング  
スキルは必要である。

課題2: プログラミングスキル  
の向上

課題3: 社会連携意識の向上

トランスファラブルスキル: 問題解決のための情報収集力、対人コミュニケーション力、組織対応力のような様々な業界や職種に転用可能なスキル

異分野異業種交流会: 付録2参照、数理キャリア支援室: 付録3参照



# 4. 数学分野の人材育成: 東大数理の事例

## 東京大学大学院数理科学研究科での産学連携による取組事例

### ● インターンシップ



### Project Based Learning

#### ● スタディグループ

産業界・自治体等が数理的課題を提示して、学生、ポスドク、教員が一週間かけて解決する。  
(2016年度:アビームコンサルティング、花王、新日鐵住金、東和精機、武田薬品工業、筑波大学、福島県広野町、村田製作所等 50音順)

#### ● 社会数理実践研究 (2016年度より)

産業界・学术界が数理的課題を提示して、学生が約1年かけて解決する。インターンシップの大学実施版(大学:黒板有居室だけの設備提供で実施可能)。

(2016年度:アビームコンサルティング、宇宙航空研究開発機構、海洋研究開発機構、新日鐵住金、ニコン、農林中金総合研究所、日産自動車、日本精機、レインボーオプチカル研究所等 50音順)

### → トランスファラブルスキルの醸成

### 実務家による講義

#### ● 社会数理先端科学

主に産業界の研究者によるオムニバス形式の講義(15回)

#### ● 社会数理コロキウム (2016年度より)

主に産業界に進んだ東大数理OBによる講義

### → 社会連携意識の向上

東京大学大学院数理科学研究科・理学部数学科

Graduate School of Mathematical Sciences, THE UNIVERSITY OF TOKYO

## 4. 数学分野の人材育成: 東大数理の事例(続)

### ● スタディグループとは

産業界や数学以外の分野の研究者や技術者が、数学・数理科学の研究者（学生含む）に対し数学的課題を提示し、一定期間（通常一週間）集中的に議論する「**課題解決型研究集会**」である。

助教クラスの教員がコーディネータになることが多い。

### ● 起源

1968年にオックスフォード大学で生まれた。

#### What is a study group?

Study groups bring together mathematicians from across the globe to work on mathematical problems presented by industry in a week long workshop.

【出典】 <https://www0.maths.ox.ac.uk/groups/occam/study-groups>

### ● 知的財産の取り扱い

- 最初の課題提示は**オープン**となる。
- 議論の流れにより、クローズドにしたりスタディグループの枠組みで議論をするのをやめてしまうことも可能である。
- スタディグループ後に**知的財産の取り扱いを明確にした共同研究に発展**した事例もある。





## 4. 数学分野の人材育成: 東大数理の事例(続)

### ● 社会連携教育の段階

立ち上げ期

成長期

安定期

現在

### ● 基本的な進め方

産と学の文化の違いを尊重した上で、**Lose-Lose関係の回避**（**双方が損とならない関係**）により信頼関係を構築する。

### ● 例

- 知的財産権や秘密保持については、企業側のポリシーを尊重する（ただし、成果の迅速な外部発表については理解を求める）。
- 発明が生じた場合は、学生個人の判断に任せる。
- インターンシップについては、双方の面談を通して、要件を満たす学生を派遣する。

産と学の文化の違い：付録4参照



## 4. 数学分野の人材育成: 他大学の事例

### ● 明治大学総合数理学部(2013年設立)

- 1年次から参加する少人数の総合数理セミナー
- モチベーションをもって学べるカリキュラム編成  
(1年次に概論講義を集中し俯瞰的な視野を涵養)
- 英語は3年次まで必修

➔ 「数学」「プログラミング」「英語」をベースに問題発見・解決能力の向上

【出典】文部科学省数学イノベーション委員会資料, 2016年4月8日

### ● 武蔵野大学工学部数理工学科(2015年設立)

中学・高校生対象イベント(数理工学コンテスト)の実施  
目的: 数理工学教育の普及、中学・高校教育の現状把握  
及び数理工学教育推進に対する参考情報入手

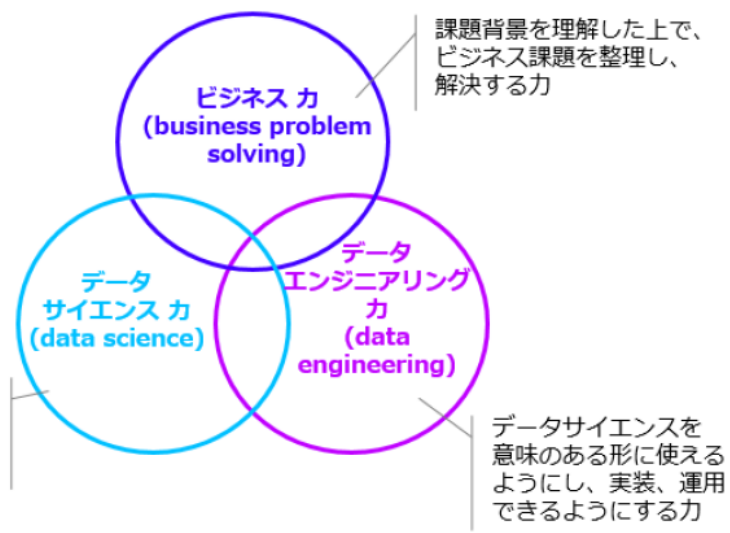
【出典】2015年武蔵野大学数理工学コンテスト, 数学セミナー, 2016年9月号



# 5. データサイエンス分野の人材育成: データサイエンティスト

## データサイエンティスト

データサイエンス力、データエンジニアリング力をベースにデータから価値を創出し、**ビジネス課題に答えを出す**プロフェッショナル



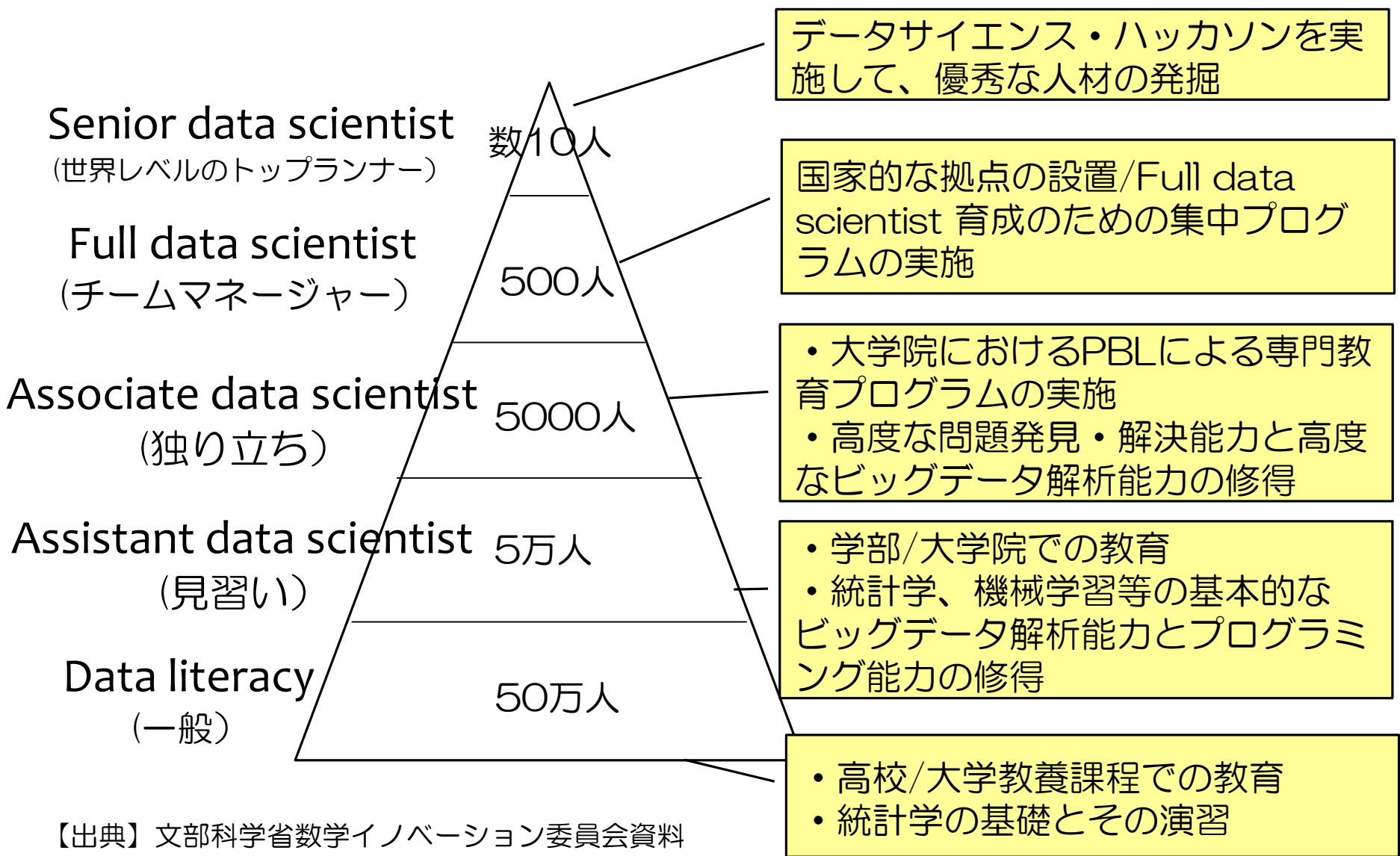
## データ分析の訓練を受けた大学卒業生の数 (2008年時)

順位	国名	人数
1	米国	24,730
2	中国	17,410
3	インド	13,270
4	ロシア	12,300
5	ブラジル	10,090
6	ポーランド	8,780
7	英国	8,340
8	フランス	7,770
9	ルーマニア	4,970
10	イタリア	4,900
11	日本	3,490

【出典】データサイエンティスト協会,  
<http://www.datascientist.or.jp/news/2014/pdf/1210.pdf>

【出典】日本経済新聞朝刊、2017年2月17日  
理工系プロフェッショナル教育推進委託事業シンポジウム 2017年3月3日

# 5. データサイエンス分野の人材育成: データサイエンティスト



【出典】 文部科学省数学イノベーション委員会資料  
2015年10月30日

## 5. データサイエンス分野の人材育成: 系譜

### ● 2014年8月

- 日本学術会議数理科学委員会数理統計分科会

- 主な提言
- 1) 統計・データサイエンス専門職の育成と認証制度の確立
  - 2) 大学学部教育における統計科学教育の質保証

### ● 2016年12月

- 文科省数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会

数理・データサイエンス教育研究センター（仮称）の整備

- 「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校の選定

北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学

➡ 産業界と連携してコンソーシアム化

### ● 2017年2月

- 東京大学：数理・情報教育研究センター設置

コンソーシアムの幹事校、標準カリキュラムの策定予定



## 6. 課題

### ●全般

- ・教員の意識改革(FD)とアドミニストレーション体制の構築

### ●数学人材の育成

- ・プログラミングスキル修得環境の整備
- ・トランスファラブルスキル/プログラミングスキルの向上のための学生へのインセンティブ

### ●データサイエンス人材の育成

- ・スキルに応じた人材育成環境の整備

### ●産学連携教育

- ・安定期に向け、産と学のWin-Win関係の構築方法論の模索  
学生の知的財産権：業界標準の策定
- ・費用対効果の検証





# 付録1：数学をコアとする職業の定義

Job name	Definition
Data Scientist	Combines information technology, statistical analysis and other disciplines to interpret trends from data.
Statistician	Uses statistical methods to collect and analyzes data and to help solve real-world problems in business, engineering, healthcare, or other fields.
Mathematician	Conducts research to develop and understand mathematical principles.
Actuary	Analyzes the financial costs of risk and uncertainty.

<http://www.careercast.com/jobs-rated/jobs-rated-report-2016-ranking-200-jobs>



# 付録2：数学会「異分野・異業種研究交流会」

数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会2015

日時：2015年11月14日（土） 11：00～20：00

場所：東京大学駒場キャンパス数理科学研究科棟

 東京大学大学院数理科学研究科・理学部数学科  
Graduate School of Mathematical Sciences, THE UNIVERSITY OF TOKYO

## プログラム

11:00-11:05 開会挨拶

日本数学会理事長 小谷 元子氏

11:05-11:15 来賓挨拶

文部科学省研究振興局基礎研究振興課 課長 行松 泰弘氏

日本経済団体連合会 教育・スポーツ推進本部 副本部長 長谷川 知子氏

11:15-11:50 基調講演「先端産業技術と数学」

株式会社ニコン 取締役兼常務執行役員コアテクノロジー本部長 大木 裕史氏

13:00-14:30 協力企業・研究所紹介

14:30-16:00 若手研究者によるポスター発表

16:00-18:00 個別交流会 (若手研究者が企業ブースを訪問)

18:30-20:00 表彰式・情報交換会

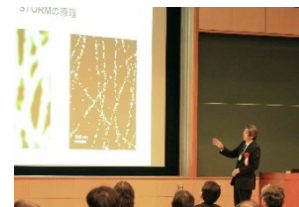
協力企業・研究所：26団体（昨年21団体）

アイシン・エイ・ダブリュ、旭硝子、構造計画研究所、東芝、ニコン、日立製作所、富士通研究所  
三井住友銀行、三菱東京UFJ銀行、鉄道総合技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所  
理化学研究所、新日鐵住金、住友生命保険、大同生命保険、トヨタ自動車、日本アイ・ビー・エム  
日本生命保険、日本電気、日本電信電話、日本ユニシス、BNPパリバ証券、マツダ、ヤフー  
ライフネット生命保険

共催：日本応用数理学会、統計数理研究所「数学協働プログラム」（文部科学省委託事業）

東京大学数物フロンティア・リーディング大学院

後援：日本経済団体連合会



基調講演



協力企業・研究所紹介



ポスター発表



個別交流会



表彰式



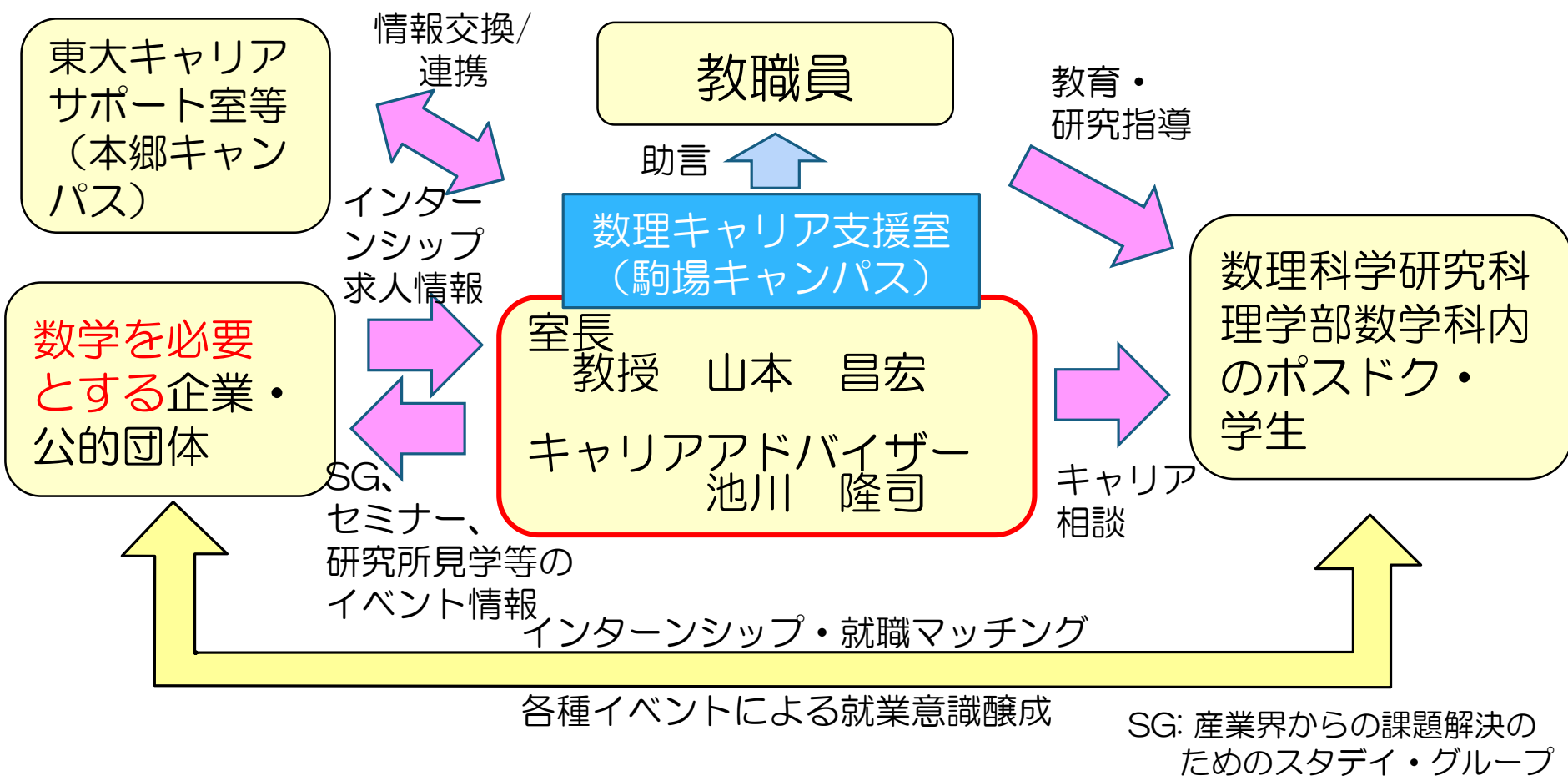
情報交換会

順不同

26団体（前回21団体）

# 付録3：東京大学数理キャリア支援室

- 2014年12月に設置
- 数学の特性を念頭に置き、きめ細かく継続的なキャリア構築支援を実施



# 付録4：企業文化と大学文化

	企業	永続的発展 Going Concern 人子
利潤の獲得	飽くなき追求 (株主への説明責任有)	現状維持もしくはは 穏やかな追及
R&Dの取組 マインド	Low Risk, Moderate Return	High Risk, High Return
スピード感 (外部環境への対応)	大	中
業務の選択 における優先事項	Mission Oriented 組織としての 中長期計画	Curiosity oriented 個人の裁量大
三つのP	Patent $\geq$ Product > Paper	Paper $\gg$ Patent $\gg$ Product

企業秘密は秘匿化

Patent: 特許, Product: 製品, Paper: 論文

