

数理科学分野の参照基準作成を受けて

— 数学科の教育と工学系の基礎教育は
どうすべきか？ —

森田康夫

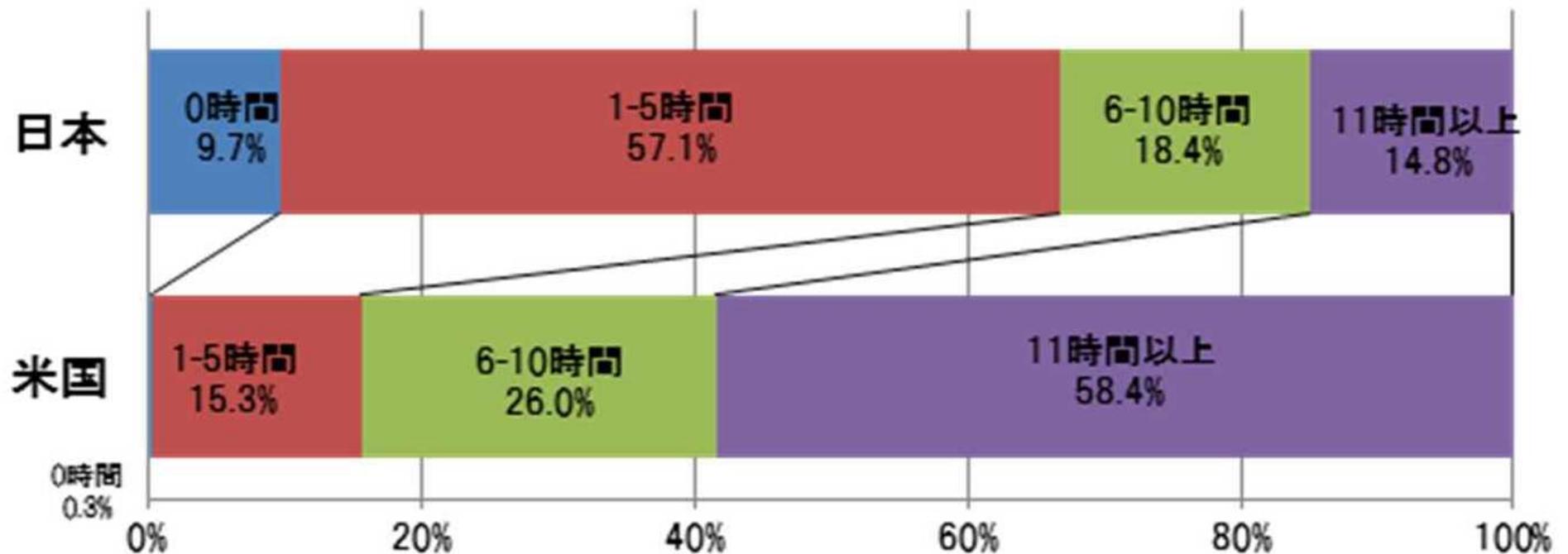
シンポジウムの趣旨

- 学術会議は、大学の専門教育の理念やカリキュラムを作る際に参考とすべき**参照基準**を作っている。
- 数理科学分野の参照基準が、昨年9月に公表されたが、これを受けて、今日のシンポジウムでは「**数学科の教育と工学系の基礎教育はどうすべきか**」について議論をしたい。
- **森田**が参照基準と数学科などの課題について話す。次に**藤本一郎氏**が、工学系などの基礎教育について話し、その後討論に入る。討論のはじめに**平田典子氏**が話す**が、新井紀子氏、高橋哲也氏**の2人もパネリストとして参加する。

パネリストの紹介（敬称略）

- 森田康夫：日本学術会議で数理科学分野の参照基準を作成
- 藤本一郎：工学系数学基礎教育研究会において工学系の数学教育について提言
- 平田典子：日本大学理工学部数学科所属、数学教育について発言
- 新井紀子：国立情報学研究所で、プロジェクト「ロボットは東大に入れるか？」を推進
- 高橋哲也：大阪府立大学高等教育推進機構において、数学の専門基礎教育改善のために活躍

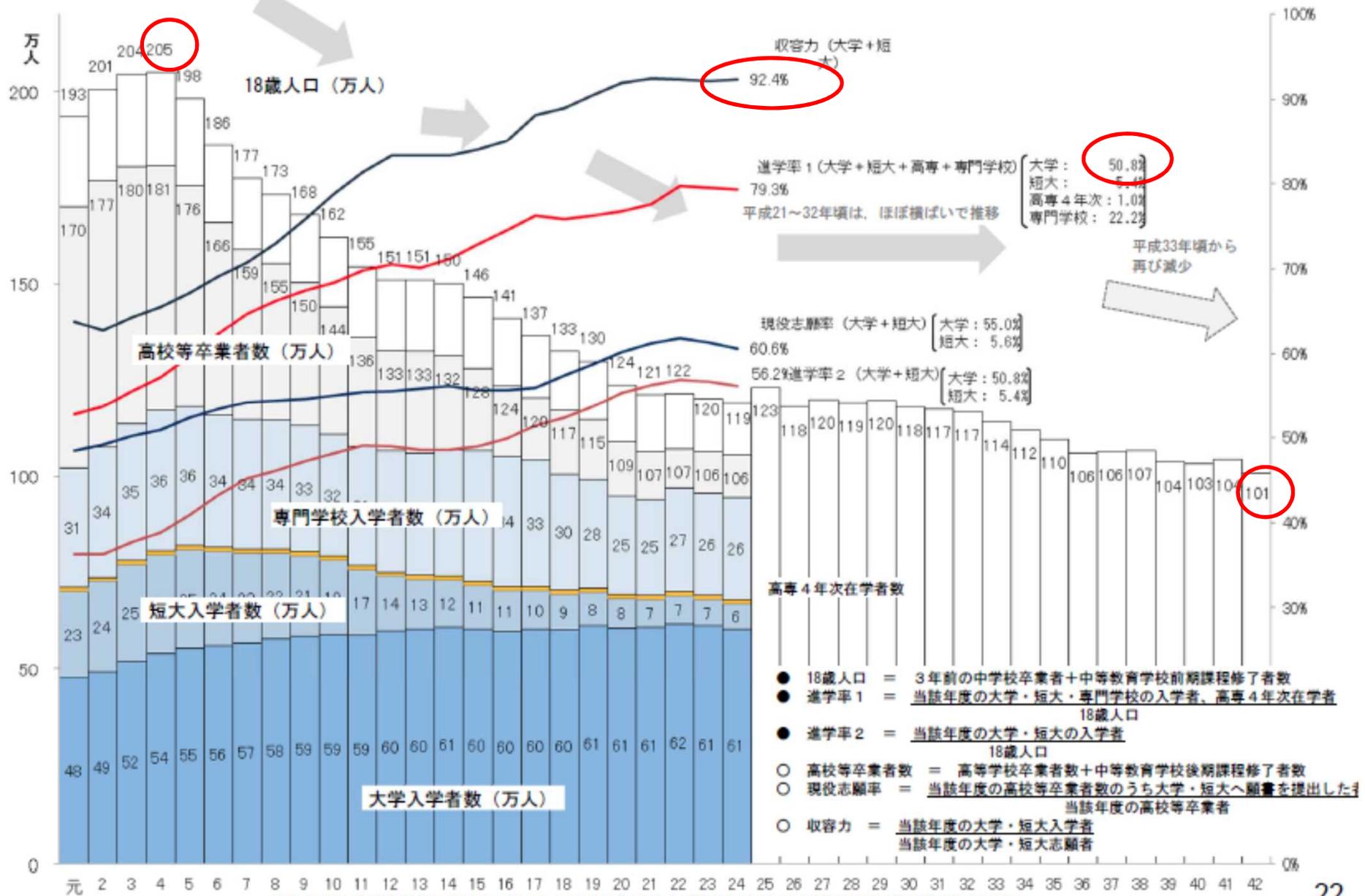
日本の大学生の学修時間は米国に比べて少ない



出典: 東京大学 大学経営政策研究センター(CRUMP)
『全国大学生調査』2007年、サンプル数44,905人
<http://ump.p.u-tokyo.ac.jp/crump/>
NSSE(The National Survey of Student Engagement)

18歳人口と高等教育機関への進学率等の推移（平成元年度以降）

18歳人口は平成21年～32年頃まで横ばいで推移。その後、再び減少

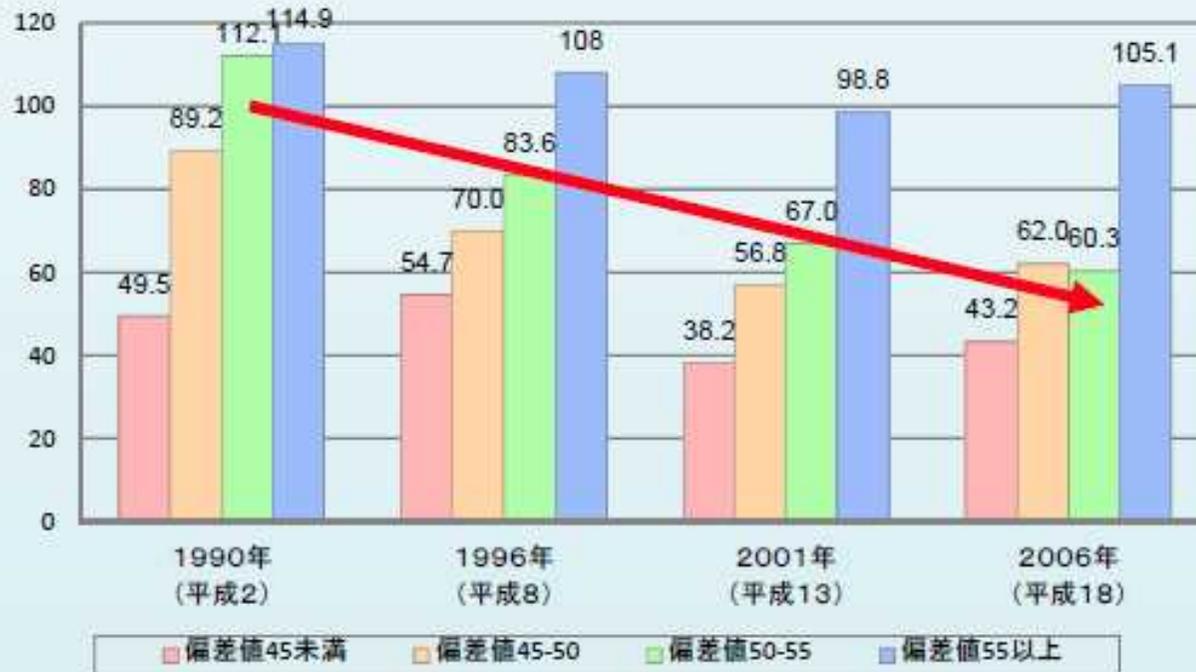


出典: 文部科学省「学校基本調査」、平成37年～42年度については国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(出生中位・死亡中位)」を基に作成

③高校から大学にかけての学びの質の転換

中央教育審議会の資料より

勉強時間が半減している高校生、学力試験以外で入学する大学生の増加、学修時間が少ない学士課程教育という課題の中で、高校・大学入試・大学を通じた学びの質転換を推進。



【調査概要】高校2年生(普通科)4464人を対象に、全国4地域(東京・東北・四国・九州地方の都市部と郡部)で実施。
(出典)Benesse教育研究開発センター「第4回学習基本調査」

私は「その道の達人」事業で出前授業していたが、ある高等学校で校長先生から、「本当はもっと勉強させた方が良いと思うが、入学させてくれる大学があるから、それ以上言えない」と聞いたことがあり、それ以降「大学ならどこでも良い」と考える人が勉強しなくなっていることを確信する様になった。

非常勤などで学習意欲の低下を実感したこともある。

大学教育の分野別質保証

- 文部科学省は中央教育審議会での議論を受けて、2008年5月、**大学教育の分野別質保証の在り方**の検討を学術会議に依頼した。
- 学術会議は「大学教育の分野別質保証の在り方検討委員会」と**専攻分野の名称、質保証の枠組み、教養教育、大学と職業**に関する4つの分科会を設置して審議を行い、2010年7月に**回答**「大学教育の分野別質保証の在り方について」をとりまとめた。
- 学術会議は、英国の質保証を参考にして、どの大学でも対応できる様に、到達目標やコア・カリキュラムを含まない「**参照基準**」を作ることにした。

参照基準の作成

- 参照基準は、各大学が専門教育を行う場合、教育理念やカリキュラムを作る際に参照すべき文書であり、それ以降、学術会議はいろいろな分野の参照基準作成を始めた。
- **数理科学分野**では、2012年から検討を始め、2013年9月に参照基準を発表した。
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h130918.pdf>
- ポピュラーな専門分野では、学科の偏差値が上から下まで広く分布しているが、就職先が限られる**数学科**では、比較的上位の大学にしかない。

森田は委員会の委員であり、数理科学分野の分科会の委員長であった。親委員会での議論では、学士の質保証に余り役立たないことと、数学の教養教育について書かれないことに不満が残った。

数理科学分野の参照基準の構成

(前記の「回答」の枠組みに従う)

- 1. **はじめに**: 使用上の注意(境界分野では、他分野の参照基準も併用する)
- 2. **数理科学の定義**: 数学と関連する学問分野の名称であり、**数学・統計学・応用数理**と、数学史や数学教育などの他分野との境界分野からなっている。数学自体については、歴史を要約し、定義は書かなかった(委員の意見が分かれた)。
- 3. **数理科学に固有の特性**: **科学と技術の基盤**である。数学・統計学・応用数理に分けて特性を記述。いずれも論理を使うが、数学は演繹的で、統計学は帰納的であるなど、分野によりかなり異なる。

森田の意見は、「数学は現実世界を抽象化・理想化した様々な仮想の世界を作り、現実の世界と仮想の世界を比較することにより、現実の世界の特徴を理解する学問である」というものである。

- 現実世界の問題への対応や、他分野との協働についても記述した。日本の数理科学は、世界標準から見て、統計学と応用数理の研究者が非常に不足していることを、米国と比較して述べた。
- 4. 数理科学分野を学ぶ**すべての学生が身に付けることを目指すべき基本的素養**: どの様な能力が身につけられるか、どの様なカリキュラムが選択できるかについて書いた(詳細は後記)。
- 5. **学修方法及び学修成果の評価方法**に関する基本的な考え方: 教え方は、**講義・演習・小人数セミナー**からなるが、**計算機実習**も必要。評価方法には、ペーパーテスト・レポート・演習やセミナーでの状況評価などある。どれを取るべきかは、どの段階の教育であるかにより異なる。

続き

- 6. **市民性の涵養**をめぐる専門教育と教養教育の関わり：市民としての活動、教養との関わりなど。
- 7. **専門基礎教育及び教養教育としての数理学教育**：数理学分野だけにある項目。専門基礎教育や教養教育としての数理学教育の重要性を指摘した。
- (注意)分科会の委員の間では、専門教育より**専門基礎教育と教養教育**の方が重要だとの意見が強かったが、回答の枠組みに従って、専門教育について書いた。その上で、数理学が科学と技術の基盤であることに鑑み、最後の節を追加した。

「すべての学生が身に付けることを目指すべき 基本的な素養」の内容

- (1) 数理学の学びを通じて**獲得すべき基本的な知識と理解**
 - ① 数理学を学ぶことの**本質的意義**: 事象を論理的・数量的に把握する。論理力・発想力・理解力を育てる。
 - ② **獲得すべき知識と理解**: 基礎教育、数学を理論的に教えるとき、統計学を中心として教えるとき、応用数理を中心として教えるときに分けて記述した。
- (2) 数理学の学びを通じて**獲得すべき基本的な能力**
 - ① **獲得されるであろう専門的能力**: 数学、統計学、応用数理に分けて記述した。
 - ② **ジェネリックスキル**: データから本質を見抜く力など。
 - ③ 獲得された能力が持つ**職業的意義**: これも数学、統計学、応用数理に分けて記述した。

選択肢を残し、各大学の現状に合わせる余地を残している。

以上で参照基準の紹介を終え、
これから**私たちが考えるべきこと**に
ついて述べる。

教育の成果がでるのには
長い時間がかかる。
将来を見据えて考えてほしい

今後の課題1

(専門基礎教育と教養教育)

- 日本の統計教育は不十分であり、日本人の数量的スキルは不十分である。
- 日本では、**数学が役立つ**との認識が低く、必要度に応じた専門基礎教育や教育が行われていない。
- その背景には、「数学科で行っている教育と余り変わらない教育を、工学部などの他学部で行っている数学教員が多い」という問題がある。
- これらの教育は、数学者が色々な学問分野に対して行っているサービス業務であるが、「お客様のニーズを重視する」という態度が十分ではない？
- 「**教えている学生にとって最良の教育を行う**」との心構えが必要である。

今後の課題2(数学科などの教育)

- **数学の社会における役割**を教えることが必要である。
- ほとんどの学生が、中学校・高等学校の教員になったり、システム・エンジニアなどの計算機関連の職に就いたりするのに、(大半の学生が数学者となる) 東大数学科と同様の教育を行っている学科がある。
- 数学者となる人、中高の教員となる人、計算機関係の職では、教えるべきことは異なる。
- 「**学生にとって役に立つ授業**」という視点が弱く、教員にとって教えやすい授業を行っているのではないか？
- 「**数学科などの卒業生が最低限持つべき知識・技能は何か?**」を考えた方が良い。
- このことは、卒業生の職探しなどにも役立つ。

最低限持つべき知識・技能とは何か？

- 例えば、次の大半ができ、一部について詳しく知っているというのではどうか？
- 必要条件と十分条件の違いを説明できる。
- 無限や収束の意味を正確に説明できる。
- 2変数の微分積分学と、 3×3 型の行列と行列式を自由に使える。
- 解析関数の留数計算ができる。
- 群・環・体の定義と例を知っている。
- 多様体の定義と例を知っている。
- 色々なデータを確率・統計を使って扱える。
- 数学の歴史を知っている。
- 数学の応用例を幾つか挙げることができる。

将来に向かっての課題



国立情報学研究所プロジェクト

- 数学の計算のほとんどは、**数式処理**のプログラムで計算できる。
- 将来的には、大学の数学科の演習問題も計算機でできるようになることが見込まれる。
- その様な時代になることを見込んで、「**何をどの程度減らすべきか**」を考える必要がある。また、「**追加すべきものは何か**」も考える必要がある。
- 増やすべきものとしては、定理や公式の価値や解釈、社会の問題を数学の問題に翻訳する仕方、数学の社会での役割、... などが考えられる。

ご静聴有り難うございました