＜Report＞

A Summary Report of JAIST 20th Anniversary Symposium (October 27, 2010)

Yoshio Okamoto (Research Associate Professor, Center for Graduate Education Initiative)
Mun'delanji C. Vestergaard (Research Associate Professor, Center for Graduate Education Initiative)

JAIST 創立 20 周年記念シンポジウム報告

岡本 吉央（大学院教育イニシアティブセンター特任准教授）
フェスターガード・キャサリン・ムンデランジ
（大学院教育イニシアティブセンター特任准教授）

Japanese Abstract： 2010 年 10 月 27 日に開催された JAIST 創立 20 周年記念シンポジウムの概要を報告する。特に，セッション 2「JAIST の大学院教育の実践と挑戦」における，JAIST 大学院教育イニシアティブセンター客員教授 飯吉透氏による「21 世紀の大学院教育を展望する―高等教育のグローバル化，情報化，オープン化を巡って―」，および，JAIST 理事・副学長 日比野靖氏による「JAIST の教育理念とこれまでの実績」の内容を紹介する。

[Key Words: Globalization, Information Technology, Openness, Graduate Education]

JAIST 20th Anniversary Symposium took place on October 27, 2010 at National Center for Sciences, Hitotsubashi, Tokyo. The morning was devoted to sessions held in parallel in three rooms, one for each school. Also, some faculty members and students gave poster presentations on their own research. In the afternoon, two plenary sessions were organized. The first afternoon session consisted of three invited speeches. The first speaker was Tamotsu Tokunaga, Director-General of National Institute for Educational Policy Research. The second speaker was Terutaka Kuwahara, Director General of National Institute of Science and Technology Policy. The third speaker was Nobuyuki Ouchi, a professional 9-dan shogi player. They discussed the role of education and training for experts from various perspectives.

The second afternoon session concentrated on the future of education at graduate schools, especially in JAIST, which is the main focus of this report.

As the first speaker, Toru Iiyoshi, Visiting Professor of the Center for Graduate Education Initiative and Senior Strategist at Massachusetts Institute of Technology, USA, gave a lecture. The key themes of his lecture were (i) Globalization; (ii) Information; and (iii) Openness. He

discussed how globalization of higher education has made national borders less relevant, mobility of student and faculty has exploded, international collaborations are increasingly common, and international college rankings proliferate. Prof. Iiyoshi stated that with this globalization, researchers, students and educators alike, should be prepared to address research issues that are global in scope, and to participate in research activities that will continue to contribute to cross national and cultural boarders. Examples of collaborative efforts towards this end include joint and dual degree programs, and collaborations.

Prof. Iiyoshi stressed the important role played by the exponential growth of information technology in driving higher education system(s). Among the various ways in which the information technology era have positively contributed, driven and shaped growth in higher education are (i) overcoming the conventional constraints of space, time, and monopoly, (ii) democratization character of information technology, (iii) the growing relative importance of intellectual capital compared to physical or financial capital, (iv) and the ever evolving ways in which we now handle digital data, information and knowledge.

Information technology has also contributed towards openness in education. The three main components for open education (i) open technology; (ii) open content; and (iii) open knowledge were discussed. Prof. Iiyoshi provided a few examples of open education including iLab. iLab technology allows people to access laboratory equipment, and other materials from remote locations.

Prof. Iiyoshi concluded the stimulating lecture, by outlining ways for designing an effective doctoral program. He discussed the role of students, faculty and university administrators. He said students must be responsible, active, and intentional agents in their own education. They should be active and willing participants, and have ownership of their education. Faculty must become familiar with emerging principles and insights that can help guide students from experience to expertise. He said that educators should impart to students an inquisitive mindset, critical thinking, and evidence-based research. The university administrators must support the efforts by, among many activities, (i) providing the resources needed, (ii) joining national and international efforts, (iii) raising the profile of departmental improvement initiatives, and (iv) sending signals about the importance of the quality of doctoral education. The overall message being that real improvement in education must be a joint adventure in which faculty and students are genuine partners.

The second speaker, Yasushi Hibino, Vice-President of JAIST, presented the education system of JAIST and its outcome in the past twenty years. JAIST was founded in 1990. To implement the core concepts of its education, it selected three main fields, namely Information Science, Materials Science and Knowledge Science. It has been hiring faculty members of high-level standard from academia and industry. Modern and up-to-date research infrastructure has been installed, and the curriculum has been arranged in a way that a systematic education can be carried out with an emphasis on coursework. JAIST has also attempted to cultivate people who are to be useful in society. This is reflected to the admission processes in a way that it admits

people from various fields, not restricted to their previous major, and the entrance examination is conducted through interviews only. Prof. Hibino showed some numbers exhibiting this fact. For example, in School of Knowledge Science, the percentage of enrolled students who previously did not major in science and technology is 41.2 (in the master course), and 40.1 (in the doctoral course). Furthermore, looking at the geographic areas from which students came, he showed that the percentage of students from Hokuriku area in 1992 (for the first students of JAIST) was 25.2, but it dropped to 11.1% in 2010. On the other hand, the foreign students occupied only 1.8% in 1992, but it rose up to 11.5% in 2010. This shows a rapid globalization in the campus of JAIST.

Another data was shown to show the outcome of JAIST education. One of the tables showed that JAIST imposes a hard work to students for their qualification. The percentages of students who finally graduated from the master courses are 86.2 (in School of Information Science), 90.2 (in School of Materials Science), and 87.5 (in School of Knowledge Science). For the doctoral courses, the numbers are 74.4% (in School of Information Science), 78.5% (in School of Materials Science), and 72.9% (in School of Knowledge Science). This severe qualification made JAIST possible to send excellent graduates to society. For example, 161 graduates currently teach at universities.

In the latter half of his speech, Prof. Hibino talked about the future of JAIST education. He introduced “the second foundation of JAIST” by education reform. This aims at (1) training of ability that can cope with a rapidly changing society, (2) globalization, (3) quality assurance, and (4) the increase of foreign students. For training of ability that can cope with a rapidly changing society, he mentioned the foundation of “Institute of General Education” in 2011. There, education for liberal arts, global communication and career support will be organized. For globalization, he mentioned the need of people who can work in the international environment. This is based on observations about the change of industrial activities. For quality assurance, he mentioned the support for students to learn actively and autonomously. This also includes the reconstruction of curriculum and the submission of study plans by students with awareness of their future careers. For the increase of foreign students, he raised a goal that the percentage of foreign students in JAIST is to be 30. As shown above, the foreign students occupy 11.1% of JAIST student population in 2010. The following ideas can be part of the implementation toward this goal: dual degrees, scholarship, lecturing in English, supporting foreign students for getting jobs in Japan, mental care for foreign students.

Tetsuo Asano, Director of the Center for Graduate Education Initiative, took a role of the third speaker, and introduced the concepts and the mission of the center. To avoid repetition, please refer to pages 67-70 of this annual report.

The symposium had around 250 participants from inside and outside of JAIST. After the symposium, a reception was held, which activated more discussion among the participants.

Envisioning Graduate Education in the 21st Century:
From Perspectives of Globalization, Information, and Openness

Toru Iiyoshi, Ph.D. (iiyoshi@mit.edu)

Visiting Professor, Center for Graduate Education Initiative
Japan Advanced Institute of Science and Technology

October 27, 2010 The JAIST 20th Anniversary Symposium

Key Themes

- **Globalization**
  - Increasing Global Competition in Higher Education
  - From "Brain Drain" to "Brain Circulation"
- **Information**
  - Strategic Use of Information Communication Technology
  - Visualizing Processes and Outcomes of Teaching and Learning
- **Openness**
  - Sharing Educational Technology, Content, and Knowledge
  - Promoting Collaboration, Educational Community Building, and Collective Pedagogical Improvement

Globalization of Higher Education

- National borders are less relevant
- Students and faculty mobility has exploded
- Cross-national research collaboration is more common than ever
- International college rankings proliferate

Into Global Brain Circulation

"Meanwhile, many universities in other countries have become more open to the world, thereby becoming cores of the global community.

They are creating programs that attract students from around the world and address global challenges in areas such as health, energy, climate change, and the environment.

The international student-faculty-alumni network that these efforts forge is a powerful tool that is crucial for any nation's future success.

In contrast, only a few universities in Japan are truly international."

- Kiyoshi Kurokawa (2008). Opening Japan Up to the World, *Science*.

Percentage of International Students (2009)

	MIT	Univ. of Tokyo	JAIST
Undergraduate Students	9.3%	1.7%	N/A
Graduate Students	38.2%	15.7%	19.7% → 24.3% (2010)

Global Education

Needs for Effective International Collaborations

As future researchers, educators, and leaders, graduate students must be prepared to address research issues that are global in scope and to participate in research endeavors that will continue to develop across national and cultural borders.

International research and educational collaborations, such as joint and dual degree programs and formal and informal research collaborations and exchanges, are key to this preparation, enabling graduate students to directly experience the challenges and opportunities of international research and education.

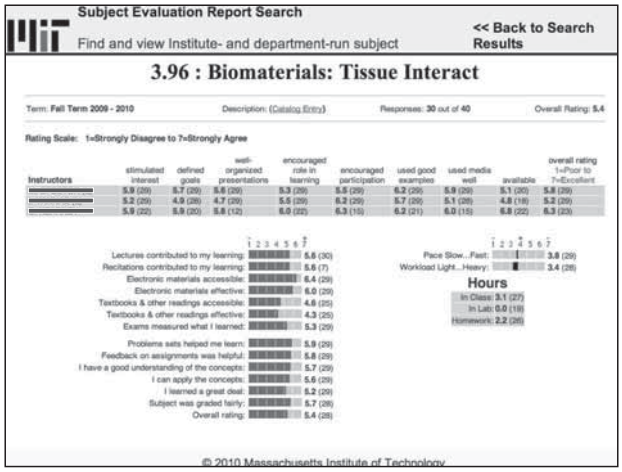
- 2009 Strategic Global Summit on Graduate Education, CGS (2010)

Technology-Driven Change in Higher Education

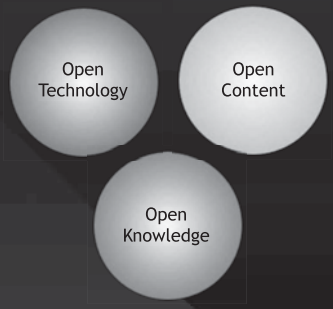
1. The exponential place of the evolution of information technology.
2. The Ubiquitous/pervasive character of the Internet.
3. The relaxation of the conventional constraints of space, time, and monopoly.
4. The democratizing character of information technology (universal access to information, education, and research).
5. The changing ways that we handle digital data, information, and knowledge.
6. The growing importance of intellectual capital relative to physical or financial capital in the "new economy."

- Duderstadt, J., Atkins, D., & Van Houweling, D. (2002). *Higher Education in the Digital Age*.

Open Research & Open Science

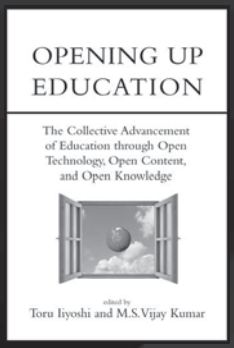


Open Education: Three Components



A Collaborative Publication Project

- "How can we advance teaching and learning by taking full advantage of open education?"
- A hardcover book + free online distribution with Creative Commons
- 30 chapters by 38 prominent leaders and visionaries (Foreword by John Seely Brown)
- Lessons learned and visions of the future from: OKI, IMS, CNI, Sakai, Moodle, ETUDES, iCampus, VUE, Mellon Foundation, OCW, Connexions, OLI, MERLOT, OpenLearn, SOFIA, Creative Commons, LAMS, Hewlett Foundation, CASTL, VKP, ISSOTL, Open University, Educause, Carnegie Foundation, and more



http://mitpress.mit.edu
Search: "opening up education"

Carnegie Foundation's Book on Open Education (August 2008, MIT Press)

Building Common Platforms and Tools

and more...

Open Technology Can:

- Promote open innovations (both technical and pedagogical) taking advantage of open standards, open systems, and interoperability,
- Deepen our understanding of better technology-enhanced learning and teaching through the tool design-development-evaluation process, and
- Catalyze new ways of collaboration and interaction in education.

and more...

Towards Systemic Advancement of Education

By openly sharing educational tools, resources and practical knowledge of effective teaching and learning, we can anticipate three dramatic improvements over time:

1. Increased quality of tools and resources
2. More effective use of them
3. Greater individual and collective pedagogical knowledge

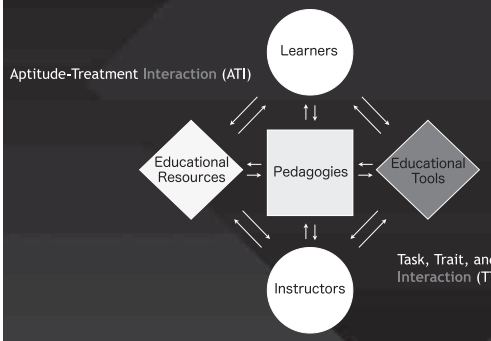
Dimensions of Teaching and Learning Knowledge

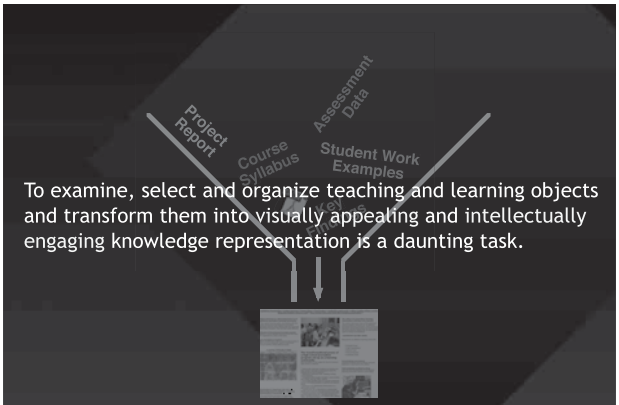
- Pedagogical Knowledge
- Content Knowledge
- Pedagogical Content Knowledge

(Lee S. Shulman)

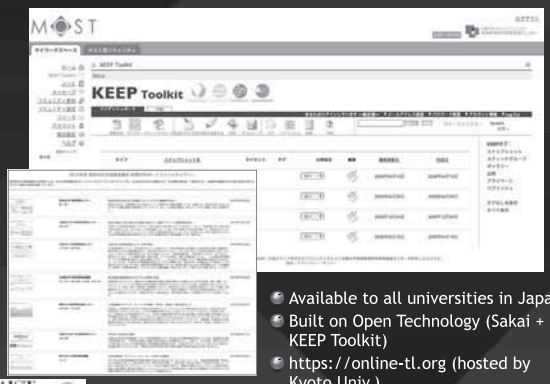
- Tacit Knowledge ↔ Explicit Knowledge
- Local Knowledge ↔ Global Knowledge

Knowledge of T&L is COMPLEX





KEEP Toolkit Meets Japan: MOST for Collaborative FD



- Available to all universities in Japan
- Built on Open Technology (Sakai + KEEP Toolkit)
- https://online-tl.org (hosted by Kyoto Univ.)

Towards Collaborative Knowledge Production: Opening Up the Universities

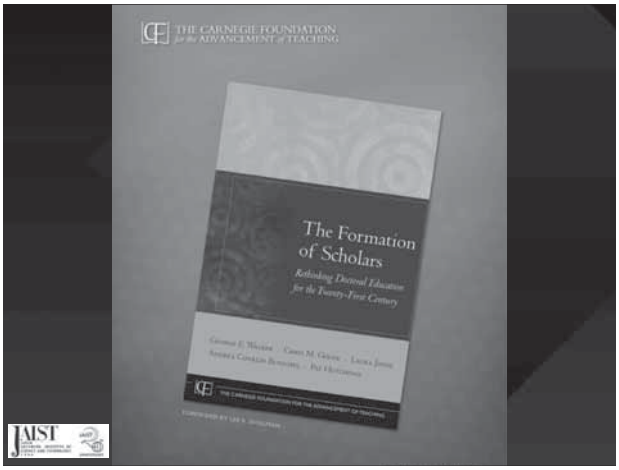
- Level 1: Course Content Exchange
- Level 2: Course Content Collaboration
- Level 3: Course Content Co-Innovation
- Level 4: Knowledge Co-Creation
- Level 5: Collaborative Learning Connection

- Tapscott, D. & Williams, A.G. (2010). Innovating the 21st-Century University, *EDUCAUSE Review*.

Designing Effective Doctoral Program

1. Look ahead for the discipline.
2. Identify what a Ph.D. in the discipline must know and be able to do.
3. Construct the goals of the program.
4. Design the program.
5. Collaborative Learning Connection.

- *Envisioning The Future of Doctoral Education* (2006)



Principles for Graduate Student Scholar Formation

1. Faculty members have a responsibility to become familiar with emerging principles and insights that can guide student's transition from experience to expertise. Moreover, they are responsible for bringing to their work with students the same habits of inquiry and evidence-gathering they bring to their research, asking hard questions about whether (and which) students are meeting program goals and how those goals might be more successfully pursued.
2. Students must be responsible, active, intentional agents in their own learning.
3. Real improvement must be a joint venture in which faculty and students are genuine partners.

Actions by Students

- Become involved in—and help lead—a process of self-study and deliberation about the doctoral program you are a part of: How it works, how well, and how it must change.
- Find occasions and intellectual communities in which you can engage the questions that should be fundamental for any scholar:
  - Why do you want to study this field?
  - What is it about the field that ignites your passion?
  - What do you need and want to learn?
- Seek out powerful learning opportunities.
- Cultivate multiple mentoring relationships and look for ways to make their benefits reciprocal.
- Become involved: join a departmental committee, host a visiting speaker, or organize a seminar.

Actions by Faculty

- Turn scholarly lenses on the experience of students.
- Have the difficult conversations about purpose.
- Come together with colleagues to say what you seek for your students.
- Use evidence to identify strengths and weaknesses of the program.
- Share results widely.

Actions by University Administrators

- Send signals about the importance of the quality of doctoral education.
- Raise the profile of departmental improvement initiatives.
- Make good ideas from other settings available and visible.
- Look for ways to connect successful innovations in undergraduate programs to work at more advanced levels.
- Join national and International efforts.
- Bring resources and ask for results.

国際化時代の大学院教育の質保証

2010.10.27

JAISTシンポジウム

大学院教育イニシアティブセンター
浅野哲夫

大学院教育イニシアティブセンター

【Mission】

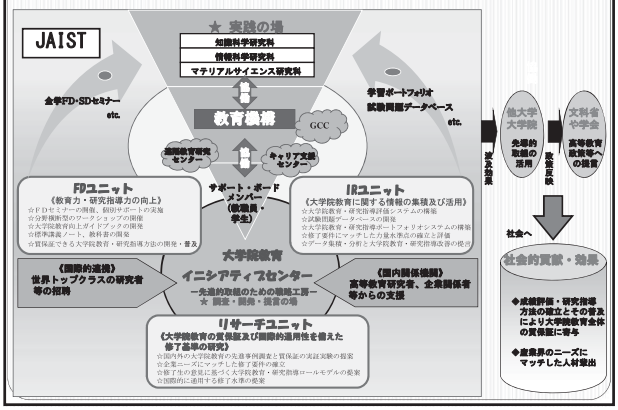
- **国際的通用性を備えた先導的な大学院教育モデルの提示**

【Vision】

- **本学が取り組んできた大学院教育に関する先進的な取組実績を基礎に、国内外の大学院との緊密な連携を図りながら、国際的通用性を備えた大学院教育の質保証と修了基準の確立に取り組み、他大学の範たる次世代スタンダードの提示を目指す。**

- **文科省特別経費支援事業**
  平成22年度～平成26年度（5年間）

センターの位置づけ



センターの組織

FDユニット

- **全学FD・SDセミナーの企画実施**
- **教育システムの再構築**

IRユニット

- **大学院教育・研究指導ポートフォリオの構築**
  ⇒大学院生と教職員による協創、先行事例調査
- **試験問題データベースの開発**
  ⇒アルゴリズム分野から段階的試行
- **学生アンケート分析**
- **大学院教育データベースの構築**

リサーチユニット

- **博士号修了基準の調査研究**
- **人材育成における社会的ニーズ把握**
- **国際的な質保証の動向調査**
  ⇒政策動向、他大学・シンクタンクの先行調査を基礎に

センターの活動目標

キーアイディア:学習目標(Learning Goals)
従来のカリキュラムは「教えたいこと」のリスト
⇒どのような能力を備えた学生を育てるかに基づいた指導

講義に対する「学習目標」:
何ができるようになるかで学習目標を設定
試験問題は学習目標を良く反映しているか
==>試験問題は適切か？
質保証に関して試験問題の研究が必要
「良い試験問題」とは何か？
試験問題の難しさの評価

研究指導における「学習目標」
研究指導における学習目標を設定
現行の評価基準:
論文と国際会議論文の数による評価
⇒学習目標の達成度による評価および修了基準
従来よりきめ細かな評価が必要

世界的な規模での試験問題データベース
試験問題に関する科学的な研究

ポートフォリオによる指導
個々の学生が達成した学習目標に関する情報の利用

質問力の涵養

議論重視のワークショップ

博士前期課程と後期課程の学習目標

本学では博士前期課程と後期課程の目標を，それぞれ「**問題解決能力**」と「**問題発見能力**」の開発としている．
では，どのような教育がそれらの目標達成に対して最も効果的だろうか．これを研究することが本センターの目標達成に向けての最重要課題であると言えよう．

問題解決能力とは何か．学部教育においても問題解決能力は重視されてきた筈であるが，なぜ大学院教育において特に問題解決能力に言及するのか．

学部教育においては，基礎知識の習得と基礎理論の理解が重視されているが，単に理解するだけではなく，基礎理論を如何に応用して現実に近い問題を解決できるか，という能力が大学院では求められていると考えるのが自然であろう．

このことを勘案すると，大学院**博士前期課程**における教育では，単なる理論の理解ではなく，**応用力の開発に力点を置いた教育**を行う必要がある．応用力とは，現実にある問題を如何にモデル化して理論との違いを解明し，その違いを乗り越えるのにどうするかを考える能力である．

博士後期課程学生に求められる「**問題発見能力**」を育成できるのは研究室内教育だけなのであろうか．多人数の学生を対象としたコース科目において問題発見能力を育成することは可能だろうか．

問題発見能力を涵養するために何をすべきか？
学生の「**質問力**」を如何に伸ばすか？
「**未解決問題ワークショップ**」のような議論を重視する試みの実施

国際的通用性を備えた 大学院教育の質保証と修了基準の確立

本来，博士の修了基準は世界共通であるべき

しかし，全ての大学院が同じ修了基準を持つべきか？

各大学院がそれぞれ異なる修了基準を持っても良い．
それが各大学の個性となる．
問題は，社会が大学の修了基準を受理するか？
重要な点は修了基準を社会に対して明確にすること．

では，修了基準をどのように記述すべきか？
個々の学生が修了基準を満たしたかどうかの評価・判断が重要
ポートフォリオの重要性

各大学(大学院)の個性

↑

学習目標(Learning Goals)による特徴づけ．
「どんな学生を育てようとしているか？」

↑

学生の学習目標達成に対する組織的なサポートが重要
大学として，如何に学生を指導・助言を行うか？
そのための組織として何を用意するか？
大学として，個々の学生をどのように見守るか？
学生の学習目標達成度をどのように評価・判定するか？

↑

ポートフォリオの重要性
単なる成績管理ではなく，研究室内指導も含めた形での助言
助言の効果を測定しフィードバックすることも重要

日本学術会議平成22年
「大学教育の分野別質保証の在り方について」

以上を踏まえ，具体的な分野別の質保証の枠組みとして，以下を主要な内容とする「分野別の教育課程編成上の参照基準」についての考え方を取りまとめた．
①各学問分野に固有の特性
②すべての学生が身に付けるべき基本的な素養
③学習方法及び学習効果の評価方法に関する基本的な考え方

大学院教育に対しても同様の枠組みが考えられる．
特に，②に対応する基本的な素養に関して，大学院では何が求められるのかを明らかにすることが重要であろう（現状では，専門知識の獲得に偏重している）．また，大学院では，研究指導に関してその効果の評価方法を考えることも必要になろう．

従来の大学院教育（情報系の場合）

- 殆どの学生は学部からの進学
  学部と大学院で専攻は同じであることが多い．
- 他大学出身の学生，社会人学生は少数派
- 教員は学生の知識レベルを熟知している
- 学部の卒業研究の続きとして，既に研究に取り掛かっている
  自分の研究に関連があるかどうかで講義を選択．
- 学生の関心は必要な数の講義で単位を取得すること
  自分の能力形成との関係は希薄
- カリキュラムは，教員が大学院生として必要だと考える知識
  単位によって定義．これを講義単位に分解．
- 修了に必要な単位数などの条件は設定されているが，
  結果として学生像が示されることは少ない．
- 様々な進路にとって真に必要な能力が何かの知識がない．

新たな大学院教育（情報系の場合）

- 多くの学生が学部と大学院で専攻が異なる
- 他大学出身の学生，社会人学生が多数派
  学生の知識レベルのばらつきが大
- 教員にとって学生の知識レベルは未知
- 多くの学生はまだ研究を開始していない
  自ら設定した学習目標に照らして講義を選択．
- 学生の関心は講義で獲得できる能力
  自分の最終目標に向けて，その能力の貢献度が重要
  各講義で，その履修が何に役立つかを知らせること
  従来の科目間樹系図に代わる仕掛けが必要．
- 学習目標を達成するための道具としてカリキュラムを準備．
  各講義で獲得できる能力の組み合わせとして目標を達成
- 大学院で定めた幾つかの学習目標の一つか，学生自らが
  設定した学習目標を達成した時点で大学院を修了．
  最終目標に向けての進歩状況を把握するためのツール

テーマ：国際化時代の大学院教育の質保証

・諸外国での大学院教育の実態を知ることが肝要.
　そのためには膨大な調査が必要.
　効率よく他大学院の教育実態を調査する早道はあるか？
　大学院教育において最も重要なものは何か？
　➔試験問題

・試験問題は各講義の学習目標を反映しているはず.
　つまり，講義にける学習目標は最終試験に集約されている.

・その後で，講義のコンテンツについても調査

大学院教育イニシアティブセンターの主要な取り組み

- **大学院教育における質保証の枠組みに関する提言**
- **質保証を支える試験問題の評価・改善**
- **優れた問題作成に向けた全世界的な取り組み**
  （問題データベースの構築）
- **優れた研究指導を支えるポートフォリオの設計と運用**
- **大学院教育に特化した新たな講義設計法**
- **大学院における講義支援システムの開発**

（試験）問題データベース

分野を限定して，世界中から（試験）問題を収集.
1. どんな試験問題が作られているのだろうか？
2. **試験問題の難しさ**を評価することは可能か？
   試験問題の難しさを**科学的に評価**することは可能か？
   模範解答がなくては難しさの評価は難しい.
3. **理想的な試験問題**とは何か？
   理想的には，同じ程度の難しさの問題を毎年作り続けることができること．あるいは，いつでも受験ができること.
4. **講義内容と試験問題との関連**を明らかにする.
5. web miningの手法の導入
   具体的には，講義内容を表現するキーワードの頻度分布を求め，試験問題の模範解答における分布との相関を求める.
   単なる頻度分布ではなく，単語の出現位置にも注目．たとえば，定理などでの頻出単語，証明の中での頻出単語など.
   本の索引も参考にして，専門用語の抽出を行う.

（試験）問題データベースの必要性と予想される効果

必要性:
(1) 試験問題作成は大学教員にとって非常に重要な仕事であるが，「良い」問題作成に関する専門的なトレーニングを受けていない.

(2)講義に関しても同様であるが，「上手な」講義に関しては様々なFD活動が実践されている.

(3) 学生の学習目標達成度の評価において試験は最も重要.
しかし，設定した学習目標全てについて試験を行うのは不可能.

(4)学習目標達成度の評価という意味で効果的で，しかも難易度が主観的ではなく，客観的に一定に保たれているような試験問題の作成が求められている.

理想的な試験問題作成に向けてのアプローチ

教員個人の力では限界がある.
➡同様の科目を担当する教員間での協力が重要.
　ヒントは多ければ多いほど良い
　　➡ 問題を集めた**データベース**の構築

本センターの取り組み

1. 試験問題の提供に協力してくれる教員を募る（全世界的）
2. 当面は提供教員だけが閲覧できる形式で問題を管理
3. 試験問題だけではなく，テキストの問題も収録
   そのために，テキストをスキャナで読み取り文字認識の上，問題の部分だけを抜き出すことが必要.
4. 問題だけではなく，解答も同時に集めること
   これは，試験問題の難易度を自動的に評価する上で重要
5. 当面は分野をアルゴリズムに限定して実行.

新たな講義支援システム

大学学部レベルの講義と大学院レベルの講義は何が違うか？

大学学部レベルの講義
典型的には，指定の教科書の範囲内に限定した講義
学生もより高度な知識を求めようとすることも少ない.
試験問題は，講義内容の理解度チェックになることが多い.

大学院レベルの講義
講義関連の研究も日進月歩で，定期的な内容更新が必要.
学生の教育背景とモティベーションに多様性があること.
講義範囲にとらわれない発展的な学習がより重要になる.
各自の目的に応じて，講義の範囲を超えた高度な知識も要求.
教員もそのような要求に応えるだけの豊富な知識量が必要.
試験問題では，講義内容の応用力が試されることが多い.

新たな講義支援システム

web miningの手法に基づいた新たな講義支援
講義に関連する可能性のある本をスキャナで読み取り，OCRによりテキストベースに変換することから始める．
　最初はアルゴリズムの分野に限定して始める．
　50冊程度のアルゴリズム関係図書をスキャナで入力．
　OCRを用いてスキャナ入力画像から文字を読み取る．
テキストはページごとに管理．
テキストに現れる専門用語の統計分布を求める．
それぞれの専門用語の出現頻度により，用語の難しさを評価．
講義資料（pptスライド）のページごとに，その内容と最も良くマッチするテキストのページを探索し，参考図書とする．

キーワード抽出の具体的な手順

1. 教科書をスキャンし，pdfファイルに変換
   pdfファイルをページごとにテキストデータに変換
2. テキストデータから単語を抽出
   単独単語，2連単語，3連単語
   を求めて，それぞれの単語の出現頻度を計算
3. 雑多な分野のテキストからも同様に単語を抽出し，頻度を計算
4. 専門用語と非専門用語の区別
   2の頻度分布と3の頻度分布を比較
5. 更に教科書の索引に現れる単語は残す

試験データベースとの関連性

試験問題に頻繁に使われる単語は重要な単語

・新たな形式の講義設計の流れ

1. 合格学生が有すべき能力を規定
   たとえば，どんな問題が解けるようになっているなど．
2. そのように学生を教育するのに効果的な教育内容を選定．
   問題の工夫など．
3. 理解を深めるために，別の物の見方を常に示すこと．
   一つの考え方だけではなくて，常に複数示すこと．
   「こうすればできる」を教えるのではなく，「どうすればできないか」や「なぜそうでなければならないか」を教えるのが重要
   -->質問の重要性
   -->クイズ，レポート問題の重要性