

日本におけるAHELOの取り組みと 今後の展望

岸本 喜久雄
東京工業大学 大学院理工学研究科工学系長
AHELO Engineering Expert Group

1. 取り組みの概要(工学分野)
2. テスト問題
3. 参加したことの意義
4. 今後の展望
5. まとめ



AHELO in Japan and Its Prospects

Kikuo Kishimoto
Dean, Graduate School of Engineering, School of Engineering
at the Tokyo Institute of Technology
AHELO Engineering Expert Group

1. Task Overview (Engineering)
2. Questions for Examination
3. Significance of Participation
4. Future Prospects
5. Summary



1. 取り組みの概要(工学分野)



1. Task Overview (Engineering)



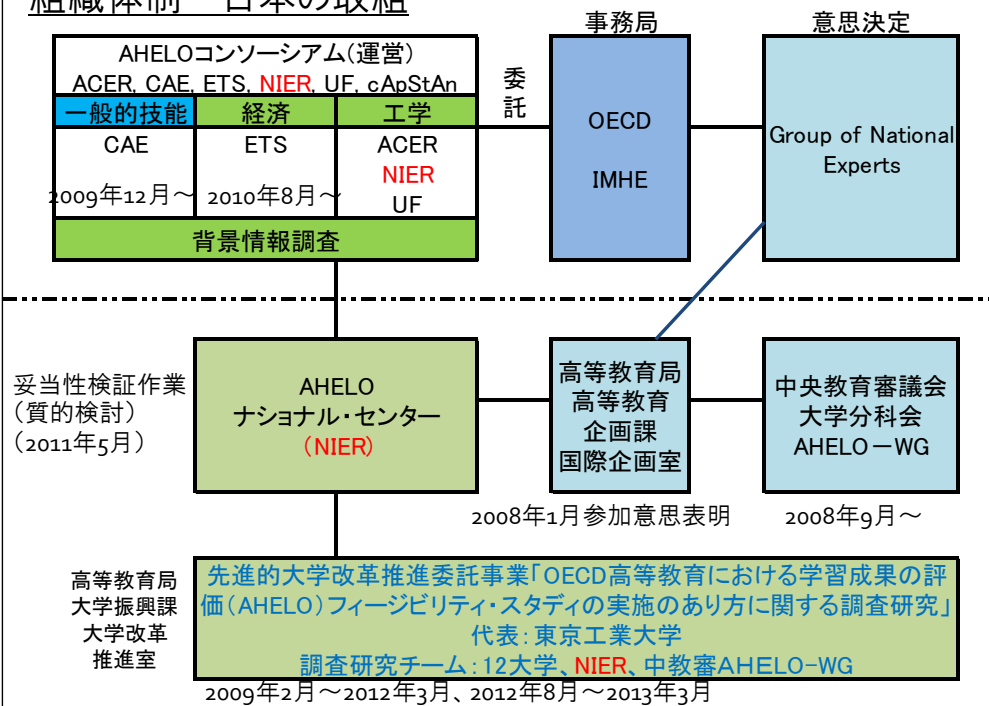
OECD-AHELO 高等教育における学習成果調査 Assessment of Higher Education Learning Outcomes

- 目的：大学教育の学習成果を世界共通のテストを用いて測定すること。
- 2008～2012年度にかけて実施されたのは、そうした国際的な学習成果アセスメントが実施可能であるかどうかを検証するためのフィージビリティ・スタディ。
 - 専門分野（工学・経済学）と一般的技能の3分野（+背景情報調査）で実施
 - 日本は工学分野で参加（12大学、504人の学生、196人の大学教員）
 - 最終報告書（邦訳2014年3月発刊予定）
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 1 – Design and Implementation (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 2 – Data Analysis and National Experiences (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume2.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 3– Further Insights (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume3.pdf>)
- 採用された能力枠組は **Tuning-AHELO**（工学・経済学）

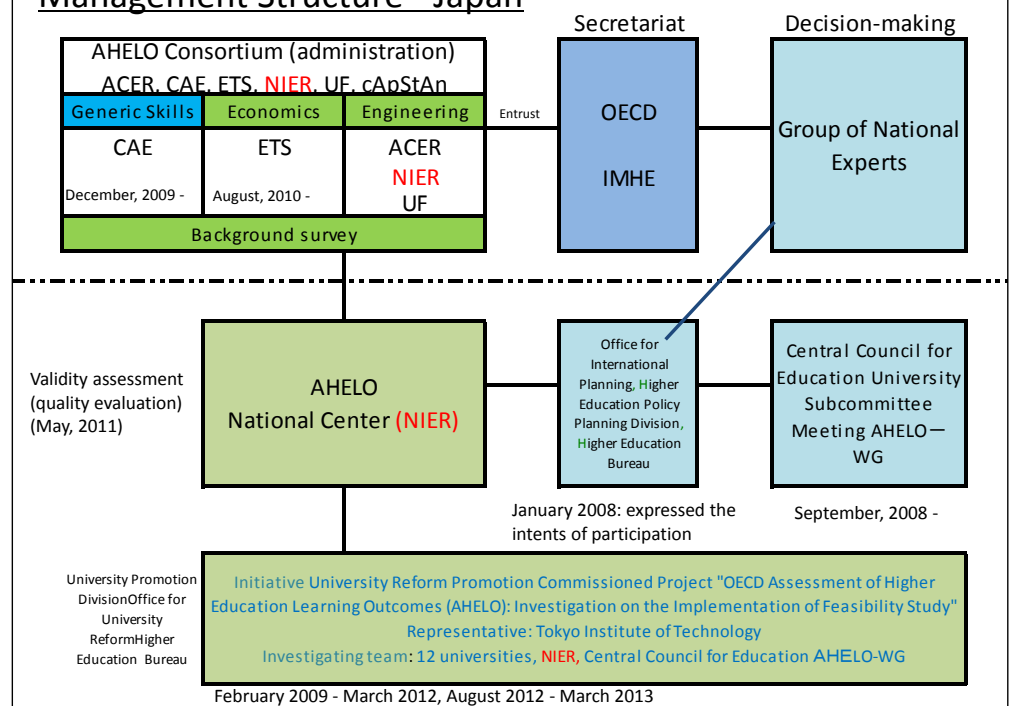
OECD-AHELO Assessment of Higher Education Learning Outcomes

- Purpose: To measure university education learning outcomes through a common test around the world.
- The feasibility study implemented between 2008 and 2012 intended to determine whether it was possible to globally assess learning outcomes.
 - Implemented for subject areas (Engineering and Economics) and generic (+ background survey)
 - Japan participated in the field of Engineering (12 universities, 504 students, 196 university teaching staff)
 - Final Report (Japanese edition is scheduled for publication in March, 2014)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 1 – Design and Implementation (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 2 – Data Analysis and National Experiences (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume2.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 3– Further Insights (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume3.pdf>)
- The employed competencies framework was **Tuning-AHELO** (Engineering and Economics)

組織体制—日本の取組



Management Structure - Japan



OECD-AHELO 高等教育における学習成果調査 Assessment of Higher Education Learning Outcomes

- 目的：大学教育の学習成果を世界共通のテストを用いて測定すること。
- 2008～2012年度にかけて実施されたのは、そうした国際的な学習成果アセスメントが実施可能であるかどうかを検証するためのフィージビリティ・スタディ。
 - 専門分野（工学・経済学）と一般的技能の3分野（+背景情報調査）で実施
 - 日本は工学分野で参加（12大学、504人の学生、196人の大学教員）
 - 最終報告書（邦訳2014年3月発刊予定）
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 1 – Design and Implementation (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 2 – Data Analysis and National Experiences (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume2.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 3– Further Insights (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume3.pdf>)
- 採用された能力枠組は **Tuning-AHELO**（工学・経済学）

OECD-AHELO Assessment of Higher Education Learning Outcomes

- Purpose: To measure university education learning outcomes through a common test around the world.
- The feasibility study implemented between 2008 and 2012 intended to determine whether it was possible to globally assess learning outcomes.
 - Implemented for subject areas (Engineering and Economics) and generic (+ background survey)
 - Japan participated in the field of Engineering (12 universities, 504 students, 196 university teaching staff)
 - Final Report (Japanese edition is scheduled for publication in March, 2014)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 1 – Design and Implementation (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 2 – Data Analysis and National Experiences (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume2.pdf>)
 - AHELO Feasibility Study Report Volume 3– Further Insights (<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume3.pdf>)
- The employed competency framework was **Tuning-AHELO** (Engineering and Economics)

OECD-AHELOフィージビリティ・スタディ 実施可能性を探る試行的研究-3つの段階

第1フェーズ 2010年1月～ 2011年6月	Initial proof of concept 【妥当性検証作業-質的検討】 ●各国の多様性と特殊性をふまえて、学習成果について信頼できる結論を導くアセスメント・ツール(測定するための道具=テスト)を作成することが可能なのか。 ⇒問題および採点ルーブリックの作成、小規模の実査、ヒアリング ＜問題の内容と翻訳・採点ルーブリックの内容の修正＞
第2フェーズ ～2012年12月	Scientific feasibility and proof of practicality 【妥当性検証作業-量的検討】 ●アセスメント・ツールの妥当性と信頼性は確保できているか。 ●大学と学生の参加を促し、アセスメントを適切に実施することが、実質的に可能なのか。 ⇒大規模の実査と採点
最終会合 2013年3月	①②の結果を踏まえて、AHELOを本格的に実施するかどうか、改めて検討される。

- 3つの分野(一般的技能、経済学、工学+背景情報)

http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_2649_39263238_40624662_1_1_1_1,00.html

OECD-AHELO Feasibility Study

The Experimental Study to Assess Feasibility - 3 Phases

Phase 1 January, 2010 – June, 2011	Initial proof of concept [Validity assessment - qualitative evaluation] ● Is it possible to develop an assessment tool (measuring instrument = test) to draw reliable conclusions regarding learning outcomes while considering the diversity and specificity of each country? ⇒ Development of questions and scoring rubrics, small-scale field implementation, hearing ＜Contents of questions and its translation, revision of scoring rubrics＞
Phase 2 - December, 2012	Scientific feasibility and proof of practicality [Validity assessment - quantitative evaluation] ● Is the assessment tool valid and reliable? ● Is it virtually possible to ask university students for their participation and to implement assessment appropriately? ⇒ Large-scale field implementation and scoring
Final meeting March, 2013	Whether to move AHELO forward with full-scale implementation is examined based on the results of (1) and (2).

- 3 areas (Generic Skills, Economics, Engineering + background)

http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_2649_39263238_40624662_1_1_1_1,00.html



AHELO工学分野におけるチューニング

ブリュッセル専門家会議(2009/5/4~5)の主要議題

1. 工学分野における学術・専門領域
2. 工学分野における典型的な学位
3. 典型的な職業
4. 学習成果の記述の分類と順序付け
5. 期待する学習成果の定義
6. 各分野における期待される学習成果
7. 水準を示す指標の定義
8. 工学士の一般的記述
9. 学習, 指導, 評価への取り組み



Tuning in AHELO Engineering

Main agenda matters at Experts' Meeting in Brussels (May 4 - 5, 2009)

1. Academic/specialized domains of engineering
2. Major degrees in engineering
3. Major occupations
4. Categorization and ordering of learning outcomes statements
5. Definition of expected/desired learning outcomes
6. Expected/desired learning outcomes in each subject area
7. Definition of level indicators
8. General statements for engineers
9. Approaches to learning, teaching, and assessment

学修成果(Learning Outcomes)とは何か?

"Learning outcomes are statements of what a learner is expected to know, understand, and/or be able to demonstrate at the completion of a process of learning."

AHELO: 工学分野におけるLOの選択

ABET Engineering Criteria 2000 (Washington Accord 加盟国も同等の規準; 日本はJABEE基準) と EUR-ACE Learning Outcomes for First Cycle Bachelor Degreesを参照して決定

=> "A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering"
OECD Education Working Paper No.60
(<http://dx.doi.org/10.1787/5kghtchn8mbn-en>)

What are Learning Outcomes?

"Learning outcomes are statements of what a learner is expected to know, understand, and/or be able to demonstrate at the completion of a process of learning."

AHELO: Selecting learning outcomes in engineering

Selection will be done referring to ABET Engineering Criteria 2000 (member countries of Washington Accord use the same criteria while Japan uses JABEE Criteria) and EUR-ACE Learning Outcomes for First Cycle Bachelor Degrees.

=> "A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering"
OECD Education Working Paper No.60
(<http://dx.doi.org/10.1787/5kghtchn8mbn-en>)

チューニング・AHELO工学分野で期待される学習成果の概念枠組

A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected/Desired Learning Outcomes in Engineering pp.28-29

EUR-ACE 技術者教育認定基準の枠組	ABET 技術者教育認定基準	Tuning-AHELO 学習成果の枠組
知識と理解 Knowledge and Understanding	a) 数学、科学、工学に関する知識を応用する能力	基礎科学・工学 Basic and Engineering Sciences
工学的分析 Engineering Analysis	b) 実験をデザインして遂行し、データを分析して解釈する能力 e) 工学の課題を同定、整理、解決する能力	工学的分析 Engineering Analysis
工学デザイン Engineering Design	c) 経済、環境、社会、政治、倫理、健康、安全、生産可能性、持続可能性などの現実的な制約のもとで、ニーズに応えるために、システム、要素、プロセスをデザインする能力	工学デザイン Engineering Design
調査研究 Investigations	-	(「工学-分析」に統合)
工学の実践 Engineering Practice	f) 職業的・倫理的責任に関する理解 j) 現代的問題に関する知識 k) 工学の実践に必要な技法、技能、現代的な工学の道具を活用する能力	工学の実践 Engineering Practice (「汎用的技能」の一部を含む)
汎用的技能 Transferable Skills	d) 学際的なチームの一員として、役割を果たす能力 g) 効果的にコミュニケーションをとる能力 h) 工学による解決法のインパクトを、グローバル、	一般的技能 Generic Skills (「知識と理解」の一部を含む)

A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected/Desired Learning Outcomes in Engineering pp.28-29

EUR-ACE framework for accreditation criteria of engineer education	ABET accreditation criteria of engineer education	Tuning-AHELO framework of learning outcomes
Knowledge and Understanding	a) An ability to apply knowledge of mathematics, sciences, and engineering	Basic and Engineering Sciences
Engineering Analysis	b) An ability to design and conduct experiments, analyze and interpret the data e) An ability to identify, reformulate, and solve engineering problems	Engineering Analysis
Engineering Design	c) An ability to design systems, components and processes to address needs within realistic constraints by issues on economy, environment, society, politics, health and safety, productivity, and sustainability	Engineering Design
Investigations	-	(Integrated into "engineering - analysis")
Engineering Practice	f) An understanding of professional and ethical responsibility j) A knowledge of contemporary issues k) An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice	Engineering Practice (Including a part of "Transferable Skills")
Transferable Skills	d) An ability to function as a member of a interdisciplinary team g) An ability to communicate effectively h) Wide range of education to understand impacts of engineering solutions within the global, economic, environmental, and social contexts i) An ability to recognize the need for and engage in independent lifelong learning	Generic Skills (Including a part of "Knowledge and Understanding")

(http://www.oecd-ilibrary.org/education/a-tuning-ahelo-conceptual-framework-of-expected-desired-learning-outcomes-in-engineering_5kghtchn8mbn-en)

Tuning AHELO 工学分野の中核概念の一覧

記述式問題
(1/3問) :
エンジニアとしての
考え方を問う

工学プロセス	
工学分析	実験をデザインして遂行し、データを分析して解釈する能力。工学の課題を同定、整理、解決する能力。
工学デザイン	経済、環境、社会、政治、倫理、健康、安全、生産可能性、持続可能性などの現実的な制約のもとで、定められた要件を満たすシステム、要素、工程をデザインする能力。
工学実践	専門職としての倫理的責任に関する理解。現代社会の問題に関する知識。工学の実践に必要な技術手法、最新工学のツールを活用する能力。
工学基礎・専門	
工学専門 (土木工学)	材料と建設、構造工学、地盤工学、水工水理学、都市計画に関する知識を応用する能力。
工学基礎	数学・科学に関する知識を応用する能力。
一般的技能	
工学分野における一般的技能	学際的なチームの一員として役割を果たす能力。効果的にコミュニケーションをとる能力。工学による解決策の影響を国際社会、経済、環境、社会的文脈のなかで理解するために必要な幅広い教養。生涯を通じて学習に取り組み心構えと能力。

多肢選択式問題
(25/30問) :
基礎的な知識・技能
の習得を問う

List of Tuning AHELO Key Concepts in Engineering

Constructed-response
task (CRT)
(1/3 items):
Examine students'
ability to "think as an
engineer"

Engineering Process	
Engineering Analysis	An ability to design and conduct experiments, analyze and interpret the data An ability to identify, reformulate, and solve engineering problems
Engineering Design	An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within the realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability
Engineering Practice	An understanding of professional and ethical responsibility. A knowledge of contemporary issues, an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice
Engineering/Engineering Fundamentals	
Engineering (Civil Engineering)	An ability to apply knowledge of science of materials and constructive engineering, structural engineering, geotechnical engineering, water engineering, and urban planning
Engineering Fundamentals	An ability to apply knowledge of mathematics and science
Generic Skills	
Generic Skills in Engineering	An ability to function on multidisciplinary teams, an ability to communicate effectively, the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context, a recognition of the need for, and the ability to engage in lifelong learning

Multiple-choice
question (MCQ)
(25/30 items):
Examine possession of
basic knowledge and
skills

A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering (http://www.oecd-ilibrary.org/education/a-tuning-ahelo-conceptual-framework-of-expected-desired-learning-outcomes-in-engineering_5kghtchn8mbn-en) (邦訳2014年3月発刊予定)

ENGINEERING ASSESSMENT FRAMEWORK (2011年11月18-19日第8回GNE資料) ([http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=edu/imhe/ahelo/gne\(2011\)19/ANN5/FINAL&doclanguage=en](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=edu/imhe/ahelo/gne(2011)19/ANN5/FINAL&doclanguage=en))

A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering (http://www.oecd-ilibrary.org/education/a-tuning-ahelo-conceptual-framework-of-expected-desired-learning-outcomes-in-engineering_5kghtchn8mbn-en) (Japanese edition is scheduled for publication in March, 2014)

ENGINEERING ASSESSMENT FRAMEWORK (Materials of the 8th GNE on November 18 & 19, 2011) ([http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=edu/imhe/ahelo/gne\(2011\)19/ANN5/FINAL&doclanguage=en](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=edu/imhe/ahelo/gne(2011)19/ANN5/FINAL&doclanguage=en))

2. テスト問題



2. Questions for Examination



概念枠組にもとづく問題の作成

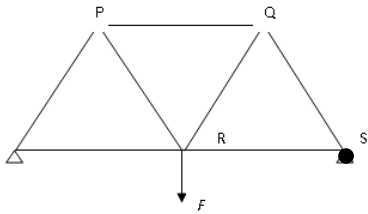
- コンソーシアムが原案を作成
 - 多肢選択式問題は日本側が提案
 - 日本技術士会技術士第1次試験
 - 日本土木学会認定土木技術者資格試験
 - 記述式問題は豪州側が提案
- 国際専門委員会合
 - 提案された問題の取捨選択
 - 採択された問題について国際通用性を高める方向で検討

Development of Questions based on the Conceptual Framework

- The Consortium prepared the draft
 - Japan proposed multiple-choice questions (MCQs)
 - First-Step Professional Engineer Examination by the Institution of Professional Engineers, Japan
 - Civil engineering licensing examination of Japan Society of Civil Engineers
 - Australia proposed constructed-response tasks (CRTs)
- International experts' meeting:
 - Makes a choice from proposed questions
 - Reviews selected questions to improve them to the internationally accepted level

学習成果の範囲と水準の規定 多肢選択式問題の例

<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf> (pp.265-266)



下図のワーレントラスに荷重 P が作用している。下の記述のうち、正しいものを選びなさい。ただし、部材の自重は考えないものとする。

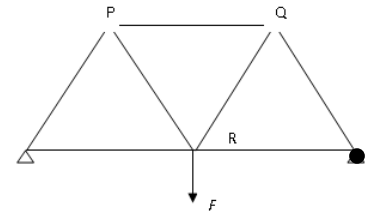
- A. 圧縮力が上弦材 ($P-Q$) と下弦材 ($R-S$)の両方に作用する。
- B. 引張力が上弦材 ($P-Q$) と下弦材 ($R-S$)の両方に作用する。
- C. 圧縮力が上弦材 ($P-Q$) に作用し、引張力が下弦材 ($R-S$)に作用する。
- D. 引張力が上弦材 ($P-Q$) に作用し、圧縮力が下弦材 ($R-S$)に作用する。

注目しているコンピテンス：工学専門（専攻する工学分野の重要事項や概念に関する系統的理解）

※多肢選択式問題は、日本の土木学会の認定土木技術者資格試験、日本技術士会の技術士第一次試験をベースに、国際専門家チームが国際通用性を高めるための検討を加えた。

Scope of Learning Outcomes and Definition of Standards An Example of MCQ

<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf> (pp.265-266)



A load P is applied to a Warren truss as shown below. If the self-weight of the members is ignored, which of the following statements is correct?

- A. Compressive force exists in both the upper-chord member ($p-q$) and the lower-chord member ($r-s$).
- B. Tensile force exists in both the upper-chord member ($p-q$) and the lower-chord member ($r-s$).
- C. Compressive force exists in the upper-chord member ($p-q$), while tensile force is applied to the lower-chord member ($r-s$).
- D. Tensile force exists in the upper-chord member ($p-q$), while compressive force is applied to the lower-chord member ($r-s$).

Focused competencies: engineering (systematic understanding of the key aspects and concepts of majoring branch of engineering)

* MCQs were reviewed to meet the internationally accepted level based on on civil engineering licensing examination of Japan Society of Civil Engineers and First-Step Professional Engineer Examination by the Institution of Professional Engineers, Japan.

学習成果の範囲と水準の規定 記述式問題の例

<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf> (pp.252-264)



フーバーダムは、アメリカ合衆国コロラド川のブラック峡谷にある、高さ221mのアーチ重力式コンクリートダムである。このダムは、灌漑用水の供給、洪水調節、およびダム基部の水力発電所への水の供給を目的として建設された。

- 図1. フーバーダム
- 図2. 1921年ごろに提案されたダム建設候補地
- 図3. 提案された貯水池のスケッチ
- 図4. ダムと発電所の建設計画
- 図5. ダムと発電所の建設計画

1. この場所がダム式水力発電に適している理由を説明しなさい。少なくとも2つの側面について述べなさい。
2. フーバーダムの構造上の強度と安定性を高めている、設計上の主な特徴を2つ挙げて説明しなさい。
3. フーバーダムのタービンで発電される最大電力は 2.08×10^9 Wである。この発電所が90%効率で稼働している場合、この出力でタービンを流れるおおよその水量はいくらか。最も近いものを選びなさい。
A) 10^3 ℓ/sec, B) 10^4 ℓ/sec, C) 10^6 ℓ/sec, D) 10^7 ℓ/sec
注) $1\text{W}=1\text{J}/\text{sec}$, $1\text{J}=1\text{Nm}$
4. 現在、この場所とは異なる別の場所で、新しいダムの建設が計画されていると想定します。技術者が環境影響評価書のなかで検討すべき、ダムが環境におよぼす影響(上流でも下流でもよい)を2つ挙げて、簡単に説明しなさい。

Scope of Learning Outcomes and Definition of Standards An Example of CRT

<http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf> (pp.252-264)



The Hoover Dam is a 221-metre high concrete arch-gravity dam in the Black Canyon of the Colorado River in the United States of America. It was built to provide irrigation water, to control floods, and to provide water for a hydroelectric power station at the base of the dam.

- Figure 1: Hoover Dam
- Figure 2: The site proposed for the dam in about 1921.
- Figure 3: A sketch of the proposed reservoir.
- Figure 4: Plans
- Figure 5: Plans

1. Explain **why this is a good dam site for hydroelectric power generation**. You should discuss at least two aspects.
2. Explain **the two main design features that contribute to the structural strength and stability** of the Hoover dam.
3. The maximum electrical power generated by the turbines at the Hoover Dam is 2.08×10^9 W. What is the approximate amount of water that flows through the turbines at this power output, if the power station operates at 90% efficiency? Choose the closest option. A) 10^3 ℓ/sec, B) 10^4 ℓ/sec, C) 10^6 ℓ/sec, D) 10^7 ℓ/sec Note: $1\text{W}=1\text{J}/\text{s}$, where $1\text{J}=1\text{Nm}$.
4. Imagine that a new dam is being planned today in a different location. Briefly explain two environmental effects of the dam (which could also be upstream or downstream) that an engineer would need to consider in an environmental impact statement.

学習成果の範囲と水準の規定 第1問目の例

- 測定しようとしている学習成果
 - ダム式水力発電に適した場所の特徴を理解している。
- 背景にあるコンピテンス
 - 工学専門（専攻する工学分野の重要事項や概念に関する系統的理解、応用する能力）
 - 工学分析（既存の方法を用いて工学課題を同定し、解決策を考案し、解決する能力）
- 解答の観点
 - a) ダムの高さ・位置エネルギーの高さ
 - b) 川の流量の豊かさ
 - c) 貯水地域の広さ・安定した水量
 - d) 社会的影響が低く抑えられていること
 - e) 岩盤が堅固であること
 - f) 峡谷が狭いこと

それぞれの観点について、どの程度書けていれば、何点を配点するかについて、採点トレーニング(国際・国内)のなかで合意を形成

Scope of Learning Outcomes and Definition of Standards An Example of 1st Question

- Learning outcomes to be assessed
 - Understanding of features suitable for a dam for hydroelectric power generation.
- Background competencies
 - Engineering (systematic understanding of the key aspects and concepts of majoring branch of engineering and the ability to apply the understanding)
 - Engineering analysis (the ability to identify engineering issues, create solutions, and solve the issues using existing methods)
- Answering aspects
 - a) Dam height/High potential energy
 - b) High flow rate of river
 - c) Lake capacity (size of water storage area and stable amount of water)
 - d) Minimal social impact
 - e) Characteristics of rock (hardness)
 - f) Narrow gorge

For each aspect, consensus was built during national/international scoring training on what extent of responses can get how many points.

学習成果の範囲と水準の規定 第2問目の例

- 測定しようとしている学習成果
 - フーバーダムの構造上の強度と安定性に寄与する要件を理解している。
- 背景にあるコンピテンス：
 - 工学デザイン（現実的な制約のもとで、定められた要件を満たすシステム、要素、工程をデザインする方法を理解し、応用する能力）
- 解答の観点
 - a) アーチ式の形状をしていること
 - b) 峡谷の岸壁が堅固であること
 - c) コンクリートの重量が大きいこと
 - d) 堤体の重心が低いこと
 - e) 洪水吐きと排水トンネルが設けられていること

Scope of Learning Outcomes and Definition of Standards An Example of 2nd Question

- Learning outcomes to be assessed
 - Understanding of features that contribute to the structural strength and stability of the Hoover dam.
- Background competencies:
 - Engineering Design (an ability to understand and apply methods to design systems, components, and processes to satisfy requirements within the realistic constraints)
- Answering aspects
 - a) Arch-shape
 - b) Material in the canyon walls must be robust
 - c) The Heavy weight of concrete
 - d) Tapered shape of concrete wall/low center of gravity
 - e) Spillways and/or tunnels are equipped

学生のコメント抜粋(第1フェーズより)

【多肢選択式問題について】

- ほとんどが大学で教わっている問題であり、解けてしかるべきだと思う。
- 問題が全部単発で、広く浅くという印象。もっと掘り下げた方がよいのでは。

【記述式問題について】

- 大学では理論的、抽象的な問題が多いなか、**現実問題を扱っている点が面白い**。倫理的な問題が面白い。
- 何が原因だったかを考え、どうするか**という流れだったことから、よい問題、面白い問題だったと思う。実務に役立つ。
- 記述式のような問題が重要なら、グループワークやケーススタディの授業が必要だが、今まではなかった。**解くアプローチを学ぶ機会がなかった**。

33

Excerpt student comments (from the first phase)

[Multiple-choice question (MCQ)]

- Most of the questions were about what we learned at universities, and it was not difficult to solve them.
- All questions were one-shot, thus appeared to be wide and shallow. Questions can be more in-depth.

[Constructed-response task (CRT)]

- I found it good that the questions was on a practical issue**, as we deal with more theoretical, abstract questions more often at university. I enjoyed the ethical question, too.
- It was a well-thought-out question **that it made us think of the cause and then responses to it**. I think it will be useful in practice in the future.
- If perspectives such as those adopted in the CRT-type questions are important, I feel we should have more group discussions and case studies in our classes. We haven't had them before, **so we didn't have an opportunity to learn approaches to problem-solving**.

34

3. 参加したことの意義

3. Significance of Participation

AHELO-FSに参加したことの成果

- 学習成果の枠組構築に参画し、日本の技術者教育認定で使用されている基準や教育の実態と整合的なものとなるように、意見表明することができた。
- 問題作成のプロセス(テーマ選択・項目の作成・採点ルーブリックの作成と修正)に参画し、日本の工学教育の視点から、国際的に積極的に情報発信することができた。
 - 日本の科学技術を支える工学教育に対する世界の関心と期待は強く、それに相応しい国際的な貢献を、工学分野での学習成果調査においても期待されていることを認識した。
- 国際的・国内的枠組みの双方において、工学と教育学の専門家が協働して教育改善に取り組むことの重要性を認識した。
 - 工学分野の取り組みが、他の専門分野にどのような示唆をもたらすかを丁寧に検討し、説明・還元していく必要がある。

Achievements from Participation in AHELO-FS

- Through the participation in establishing the framework for learning outcomes, we could express our views to make the framework consistent with criteria used for licensing engineers and actual conditions in the educational arena in Japan.
- Having participated in the question developing process (selecting subjects, making items, and developing/revising scoring rubrics), we could actively send information to the world from the perspective of Japan's engineering education.
 - In the world, there is a strong interest in and a high expectation from Japan's engineering education supporting Japanese science technology. Accordingly, it was recognized that Japan was expected to make international contribution in assessing learning outcomes in the field of engineering to respond to such an interest and expectation.
- Another thing that was realized through the participation was the importance of cooperative efforts among experts in the fields of engineering and education to improve educational systems within both national and international frameworks.
 - It is necessary to closely examine possible influences of such efforts in engineering on other subject areas, and to explain and pass on findings and achievements to other subject areas.

テストの作成・実施・採点の経験から得られた知見

- 多肢選択式問題(工学基礎)-日本が提案した問題の国際通用性を確認
 - 日本技術士会技術士試験・日本土木学会認定土木技術者資格試験
 - 各国の平均点・分散に大きな乱れは認められなかった(第1フェーズ)
- 記述式問題(工学プロセス)-作成する難しさ・採点する難しさを実感
 - 経験を蓄積することで克服できる難しさ
 - 適切な難易度
 - テスト時間に処理できる情報量
 - 翻訳の技術(語順、受動態へのなじみの薄さ、主語の省略、複数形)
 - 「考える力」を統一的に測定することの難しさ
 - 問題の趣旨の伝わりにくさ: 明確にしようとするほど、解答が限定され、思考を方向づけることになる。
 - 採点基準の統一をはかろうとするほど、許容される正解の幅が狭まってしまふ。

Insights Obtained from Experiences of Developing, Implementing, and Scoring the Examination

- Multiple-choice question (MCQ) (Engineering fundamentals) –
It was found that questions Japan proposed were at the internationally accepted level.
 - Professional Engineer Examination by the Institution of Professional Engineers, civil engineering licensing examination of Japan Society of Civil Engineers
 - No significant variation was identified among participating countries in terms of average score and distribution (first phase)
- Constructed-response task (CRT) (Engineering processes) –
Difficulties in developing questions and in scoring were shown.
 - Difficulties that can be got over by accumulating experiences.
 - Appropriate level of difficulty
 - Amount of information that can be dealt with within the given time of an examination
 - Translation Skills (word order, unfamiliarity with passive voice, omission of subject, and plural form)
 - Difficulties of uniformly measuring the ability to think
 - Difficulty in presenting the key point of a question: clearer the key point is made, more limited the scope of answer gets, and that inevitably shapes thinking.
 - Efforts to standardize scoring criteria actually narrow the acceptable range of a correct answer.

テストの作成・実施・採点の経験から得られた知見

- 概念枠組「工学プロセスは工学基礎の習得に下支えされている」
 - 記述式問題と多肢選択式問題の間には高い相関がある(第1フェーズ)。
 - 記述式問題をわざわざ実施する必要があるのか。→ある
- 記述式問題の意義
 - 「記述式問題をもちいて工学プロセスのコンピテンス測定すること」自体に重要な試行的研究上の意義があるが、「**工学プロセスのコンピテンスが重要である**」という明確なメッセージを発信した点にも、イニシアチブとしての極めて重要な意義がある。国際的取り組みであるから、影響力が期待できる。
 - 学生にそのようなコンピテンスを獲得させるためには、**どのような教育プログラムを履修させる必要があるのか**を、各大学の教員が共同作業(科目横断的)として検討し、教育改善に着手することを促す効果が期待できる。
 - コンピテンス獲得にむけた教育プログラムの構造化
 - 教育方法の工夫(PBL、科目間連携、インターンシップ等)

Insights Obtained from Experiences of Developing, Implementing, and Scoring the Examination

- Conceptual framework “Engineering process is supported by learning engineering fundamentals”
 - CRT and MCQ are highly correlated with each other (First phase).
 - Is it really necessary to include CRT-type questions in an examination?→ Yes
- Meaning of CRT
 - “Measuring competencies of engineering process using CRTs” is significant by itself in terms of experimental study. At the same time, **presenting a clear message, “competencies are important in the engineering process,”** has an essential implication as an initiative. Such international efforts are expected to be influential.
 - CRT can encourage university teaching staff to discuss in a cooperative and interdisciplinary manner about **education programs necessary for students** to gain such competencies, thus urging university teaching staff to embark on an effort for educational improvement.
 - Structuring education programs for the acquisition of competencies
 - Devising education methods (e.g., PBL, linkage among subject areas, and internship)

4. 今後の展望

4. Future Prospects



AHELOの潜在的インパクト

- 工学教育でどのような学習成果の習得が期待されるのかについて、異なる国や大学の専門家が共同作業として検討することをおして、**国際的に共通認識が醸成されていることを、具体的な場面で確認**することができた。また、それを**具体的なテスト問題に集約**することができた。
 - 日本の工学教育の国際通用性について検討するための重要な資料
- AHELOの教育改善効果を最大化するために
 - **問題と採点基準に関する情報を公開し、教育プログラムとの関連づけを行うこと。**
 - 各国から幅広い層の教員が多数、取り組みに参画し、国際的な学習成果の枠組みについての理解を深め、その更新に貢献できる仕組みを作ること。また、**有効な教育アプローチについて情報共有**できるように工夫すること。
 - AHELOから得られる情報が、各大学にとって妥当性の高いものになるように、調査の枠組み(調査条件、情報公開のあり方など)を工夫すること。

大学が国際的文脈のなかで教育改善に取り組む契機になることが期待される。



AHELO's Potential Impacts

- Experts from different countries and universities discussed expected learning outcomes in engineering education, through which we could **recognize in a tangible way that an internationally common view was emerging**. The view was in turn successfully **shaped as specific questions for examination**.
 - Important materials for discussion on the international acceptability of engineering education in Japan
- To maximize AHELO's education improvement effect, it is indispensable to:
 - **Disclose information on questions and scoring criteria, and associate it with education programs.**
 - Promote the participation of teaching staff with various backgrounds from different countries in AHELO to deepen the understanding of the international framework for learning outcomes, to create a system useful to update, and to devise a system that enables **information on effective educational approaches to be shared**.
 - Devise a framework for survey (such as survey conditions and information disclosure) to improve validity of information obtained from AHELO for universities.

AHELO is expected to be a good opportunity for universities to work towards educational improvement in the international context.



今後の展望

- 同様の取り組みを継続させていくことで、より多くの専門家にテスト問題や採点ルーブリックの作成に携わる機会を提供するとともに、その成果を広く情報公開することで、国際的な学習成果アセスメントを教育改善に役立てていく努力が求められる。
- 国際的な学習成果アセスメントのあり方を専門家チームが長期的展望をもって検討していく必要性がある。
- 大学教育の改善に資する調査デザインや情報公開のあり方を明らかにし、それを実現する工夫を行っていく必要がある。
- マンパワーやコストの観点から持続可能な方法を工夫するとともに、大学にとって参加する意義のある国際的な学習成果調査のあり方を検討する必要がある。



Future Prospects

- More experts will have opportunities to be involved in developing questions for examination and scoring rubrics through continued efforts. At the same time, it is necessary to make good use of the international assessment of learning outcomes to improve education by disclosing information on obtained findings and achievements.
- Expert groups are required to explore more effective international methods for assessing learning outcomes with a long view.
- It is necessary to identify such survey design and information disclosure that are useful to improve university education, and to take measures for their realization.
- It is necessary to devise a sustainable means from the aspects of human resources and cost and to identify an international assessment of learning outcomes that has significance for participating universities.

5. まとめ

- 工学教育における学習成果の内容について、国際的に共通認識が醸成されていることを具体的な場面で確認することができた。
- 国際的・国内的枠組みの双方において、工学関係者と教育学関係者が協働して教育改善に取り組むことの重要性を認識することができた。
- 日本の科学技術を支える我が国の工学教育に対する世界の関心と期待は強く、それに相応しい国際的な貢献を、工学分野での学習成果調査においても期待されていることを認識できた。
- 学習成果調査のあり方に関しては、何を、どのように測定し、どのように比較するのかについては、長期的展望をもって取り組む必要があり、国際的な専門家チームによるさらなる検討が求められる。これに我が国も積極的に係わっていくことは大きな意義がある。



ご清聴ありがとうございました。



5. Summary

- It was recognized in a tangible way that an internationally common view was emerging regarding contents of learning outcomes in engineering education.
- It was realized that cooperative efforts among experts in the fields of engineering and education were important to improve educational systems within both national and international frameworks.
- In the world, there is a strong interest in and a high expectation from Japan's engineering education supporting Japanese science technology. Accordingly, it was recognized that Japan is expected to make international contribution in assessing learning outcomes in the field of engineering to respond to such an interest and expectation.
- A long view is required when discussing assessment methods for learning outcomes, especially regarding how and what are measured and compared with. For this matter, international expert groups need to provide further consideration. Japan's active participation in such efforts is highly significant.



Thank you for your attention.

