

国立研究開発法人科学技術振興機構協定事業
グローバルサイエンスキャンパス

地球と生命を理解する開拓力の開発

成果報告書

(平成 26 年度～平成 29 年度)

平成 26 年度採択

実施機関 北海道大学



HOKKAIDO
UNIVERSITY

目次

I. 企画の概要	4
II. 人材育成面での達成成果 - 将来の国際的な科学者たち	7
III. 受講生の募集と一次選抜	9
(1) 受講生募集の方針と選抜基準	9
(2) 募集・一次選抜の具体的な取組・方法	10
(3) 選抜結果と選抜した受講生の能力・資質特性	13
(→募集・選抜結果の詳細は、資料編へ)	
IV. 「将来国際的に活躍しうる傑出した科学者」を育てる教育プログラム	14
(1) プログラムの全体像	14
(2) 国際性付与の方針	16
(3) 一次選抜後の教育プログラム	18
(4) 一次選抜者の育成状況	21
(5) 二次選抜の実施	22
(6) 二次選抜後の育成プログラム	23
(7) 二次選抜者の育成結果	26
(8) 海外研修活動とその成果	27
V. 受講生に対する評価手法の開発と実施	28
(1) 育てたい人材像と育成したい能力・資質に照応した	28
「評価基準」の開発	
(2) 評価の実施結果と課題	29
(3) 評価結果に基づく受講生へのフォロー指導	31
VI. 受講生の活動成果 — 「数値目標」の達成状況	32
VII. 効果検証	34
(1) 事業の効果検証の方針	34
(2) 修了生との関係性の維持の取組状況	34
(3) 修了生の追跡調査による効果検証状況	35
VIII. 開発手法や成果の他機関や社会的波及の取組	36
IX. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制	40
(1) コンソーシアムの構築	40
(2) 学内の実施体制	41
(3) 機動的で安定した実施体制づくりに向けた取組	42

X. 支援期間終了後の成果把握や企画継続・展開への取組状況	43
XI. 大学としての自己評価	44

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構との実施協定に基づき、北海道大学が実施した平成26年度から平成29年度までのグローバルサイエンスキャンパス「生命との地球を理解する開拓力の開発」の成果を取りまとめたものです。

＜資料編＞ p. 46 以降

1. 育てたい人材像の育成要件と目標水準（詳細）
2. 募集（応募）状況・実績を示す具体的な資料
（学年、性別、地域（県）、学校）
3. プログラムの具体的な実施内容・カリキュラム
4. 評価基準詳細
5. 評価結果詳細
6. 人材育成の成果、達成水準を示す具体的資料
（海外発表資料、発表論文、コンテスト受賞実績、その他作品等）
7. 実施体制図
8. その他

I. 企画の概要

事業全体の目的、目標

純粋科学のみならず、今日の世界が抱える地球規模の難解な問題に対して、柔軟で創造的な手法をもって解決に臨む、高い意欲と国際性を持った研究者の卵を見出し、特別な環境を与えて育成することを目的とする。北海道は地域の特性から、道内に散在する優秀な生徒に研究現場を見せるのが難しい。本事業では、ポテンシャルを持った生徒を発掘し、ICTを駆使して国際的に通用する研究、及びコミュニケーション能力を付与する。また、フィールド科学に強い大学の特徴を活かし、物理・化学・生物・地学が絡む複合的で、マルチスケールな自由度の高い課題設定の中で、受講者の自発的研究企画力を喚起することを目標とする。また、ICTを駆使した教育研究システムの開発を目指す。

人類が直面する地球規模の難解かつ危急の課題

- 気候変動 / 生物多様性 / 食糧 / 汚染など**地球規模**の環境の把握・理解
 - 洪水 / 津波 / 火災などの**大規模災害**の世界的増加
- 地球と生命が絡む**複合的**で**マルチスケール**な問題の解決



北海道大学こそが、その期待に応えられる

フィールド科学の圧倒的強さ + 基礎科学の基盤 + ICT・宇宙など先端技術の充実

北海道大学GSCの最大の特徴

- ICT（情報通信）を駆使
 - 遠隔地からも研究に参加
 - 週1回の議論・長期休暇に研究合宿
- 従来学問の枠を超えた複合的視点

育てたい人材像と求める能力・資質

「学生が受け身になった、指示したことはやるが、自主的に行動を起こすことが減った」と言われ始めて久しい。この5年間はその傾向に一層の拍車がかかったと感じている大学教員は少なくない。講義を行っていても、学生の発する声は年々小さくなり、レジャーも含め自分の意思で海外に渡航する機会は減少傾向が続く。また、就職活動にあたっては、溢れる情報の中で、ステレオタイプの回答を丸覚えせざるを得ない厳しい状況がある。一方、最近日本は、高い技術力を持ちながら、画期的な工業製品を生み出す力が劣化してきたと指摘される。その理由のひとつは、最近ことさらに叫ばれるイノベーションというものを、技術革新という言葉に置き換え、高い技術を持てば国際的な競争力が維持できるとする誤解に起因するのではないか。真のイノベーションは、高い技術と社会的要求を接合することである。科学研究においても、日本は論文数の割にブレイクスルーとなる研究が少ないという傾向がこれに重なる。自分の専門に閉じこもり、サイエンス全体の中での要求に自らの研究を接合できない結果とも解釈できる。

現代の科学研究は、ひとり研究室に閉じこもって行うものは少なく、外国も含めた外部との情報交換と刺激によって動機と目標が形成され、アイデアが生まれ、精力的な研究作業へと繋がっている。そこで求められる能力は、国際水準の研究作法、議論に耐える強い論理性、自らの意見を発信する積極性と表現力、研究協力者とのコミュニケーション能力、ひとつのことをやり抜く強い意思である。これらは、上に述べた現在の学生の傾向と、対極にあると言って良い。さらに、創造力溢れる学問を開拓するには、物理、化学、生物、地学といった科目を独立のものとして捉えるのではなく、それらの関係性を様々なスケールで俯瞰する能力が重要になってくる。本事業では、こうした能力を、北海道大学ならではの資産と地域性を活かし、現在の日本が最も必要とする高度な能力を備えた研究人材を育成する。それを実現するために、農学・水産学・森林科学・環境科学・地質学・宇宙科学などフィールド科学、物理・化学・生物などの実験室科学、それらを統合する情報科学のそれぞれの教員からなる北海道大学を挙げてのプロジェクトチームを形成し、一丸となって事業の実施に取り組む。

本事業では、各領域の専門家の協力を得て最新の研究対象や手法を提供するが、それだけに留まらず、学生が複数の手法や対象を自ら結合し、新たな研究テーマを生み出す機会を提供する。これこそが、学問の創造そのものである。また、従来の研究場所は、研究室または屋外のどちらかのみに重点がおかれるテーマが多かった。本企画では、農場や調査船、天文台など北大が持つフィールド科学の設備・施設を使った計測と、実験室科学、情報科学を融合したテーマを設定させることで、地球と生命、技術と目的の関係、様々なスケール間の結合、宇宙の中の地球を実感

し、これまでにない発想を生み出す糧とする。コミュニケーションの観点からは、ネイティブによる英語教育や国際学会での発表も一部では行われている。他方、国際性の教育が、過度に語学教育に偏っているという印象もある。大切なのは、自分のアイデアや意思を相手に伝え、また自分が他人のそれを理解でき、さらにそれらを昇華させて新たなアイデアを生み出すことである。こうした能力は、外国語能力とはある程度切り離したものとして、意識して教育する必要があると考える。本事業ではチーム作業を重視し、その中で独創性と役割分担の両方を発揮できる能力を養い、それを相互評価するシステムを導入する。北海道はそれ単独で、全国の地域の中で最も大きな面積を持つ。その大きさを活かしたフィールドの広域多点観測を実験の一部に盛り込む。一方で交通機関の利便性が悪いために、日常のスクーリングという意味では不利な条件である。その点では、ICT を用いた双方向の講義と、学生同士のグループディスカッションを積極的に取り入れることで、逆に遠隔研究遂行のモデルケースを全国に先駆けて開発し、発信する。

北海道大学 GSC 受講生に対して修了時に求める能力

- ① 自らの意思を発信する積極性（意欲）と表現力
- ② 海外留学レベルのコミュニケーション能力
- ③ 国際学術論文水準（発想力、解析力）の研究遂行能力
- ④ 議論に耐える強い・精緻な論理性
- ⑤ リーダーシップ・協調性・やり抜く意思

Ⅱ．人材育成面での達成成果－将来の国際的な科学者たち

初年度、北海道大学 GSC 事業採択からスタートした教育・研究が既に実を結びつつある。日本地球惑星科学連合（JpGU）2015 年大会において、北海道大学 GSC 受講生のうち 4 名が、一般セッションで講演を認められて登壇し日頃の研究成果を発表した。JpGU の年次大会は、参加者が 7000 名を越える世界で三番目の規模を誇る学術大会であり、高校生セッションもある。150 を越える高校生セッション登壇者も多数参加している中で、北大 GSC 受講生の高校生だけが、専門家や研究者が講演を行う一般セッション「環境リモートセンシング」での登壇となった。当然、発表スライドはすべて英語で作成した。発表後、「これこそ我々が求めているテーマです。」「末恐ろしい」「レベルが高いのですが、本当に高校生ですか？」とかなりの反響があった。あれから 3 年経ち、4 年間の達成度を次頁に示す。

以下がその発表タイトルである。

1. リモートセンシングによるシカ食害地域の推定
2. リモートセンシングによるシカの食害検出のためのササのスペクトル計測
→1、2 を合わせて英語学術論文投稿へ
3. アオコの発生領域と原因の究明における衛星データの応用
→JST 全国受講生発表会で優秀賞受賞
4. ザンビア-カブウェとその周辺における鉛汚染の規模の調査

大会での発表タイトル及び発表概要（英語、日本語）は下記リンク参照

<http://www2.jpгу.org/meeting/2015/session/H-TT29.html>

資料編 5 参照。



4 年間の達成成果

北大 SSP の主な教育プログラムは二次選抜生 20-30 人を対象とし、ネットを通した週 1 回の研究報告と 1-1.5 か月毎に催される札幌でのスクーリングで構成される。約 8 か月間のプログラムの中で、

- 1) 5-6 人グループでの研究活動,
- 2) 既存の学問分野の枠を超えた研究アイデアを考案,

という二点が特徴的であり、個々人のロジック(論理的展開力)を練磨することがその本質である。全体として、次に示す周期が後半二年間で確立されつつある。即ち、毎年、受講生の約半数が国内学会の一般部門で発表し、その約半数(5-6 人、二次選抜生の 1/4)が二年目の継続活動を希望し、国際学会での発表に至る。更にその半数(2-3 人)が英語論文を執筆する。その結果、四年間で国内学会発表 21 件、国際学会発表 15 件、論文投稿(含準備中)3 件にまでなった。

北大 SSP 受講生の五つの目標(p. 6 前述)の達成度は学会登壇及論文執筆が指標になる。箇条書きに示すと

- ・ 国際学会登壇並びに英語論文執筆: 五つの目標全て達成
- ・ 国内学会登壇: 目標 2 以外の四つを達成
- ・ それ以外: 目標 2-4 以外の二つを達成

である。また、特筆すべき個別例としては 2016 年度受講生が米国地球物理学連合(American Geophysics Union, AGU)に登壇した際に、その研究が NASA のホームページで紹介された。

受講生が 創出する 成果	国際学会等での外国語による 研究発表	20	16	
	国内学会等での研究発表		21	全て英語表記
	外国語論文発表	10	0	投稿中2件, 準備中1件
	国際的な科学技術コンテスト等の日本国内予選等への参加数			
	日本学生科学賞	10	5	1件が入選3等受賞, 北海道審査会にて 読売新聞社賞受賞
	高校生科学技術チャレンジ	10	4	
	科学オリンピック	10	3	
	その他	財団法人WNI気象文化創造センター主催第5回 高校・高専「気象観測機器コンテスト」2件入賞		
	科学の甲子園	10	4	
	日本雪氷学会・日本雪工学会の雪氷研究大会(2016.10)にて 実行委員長特別表彰受賞 1件, NASA HP へ掲載 1件			

Ⅲ．受講生の募集と一次選抜

(1) 受講生募集の方針と選抜基準

受講生募集の方針

北海道全域を中心に全国から受講生を募る。GSC 事業に参加してもらえるよう、コンソーシアムメンバーに広報活動の協力をいただく。パンフレットの送付やホームページでの告知だけでは、各高校での多彩な大学からの大量の情報に埋もれてしまう。そこで、北海道内の SSH 参加校がつくるサイエンスリンク協議会には北大 GSC 担当者が直接出向き、高校担当者への広報活動を行う。代表的な高校（20-30 校）には北大 GSC 担当者やチューター（TA）が直接訪問し、担当者への内容説明、高校生への説明、体験受講などの働きかけを行い、全体で 80-150 人の応募者を想定。

一次選抜

基礎学力及び意欲や企画力を確認するため、各高校からの学業成績情報とインターネットを利用した課題遂行型テスト（方法については後述）の評価を勘案して選抜を行う。主に、独自性、論理性、解析力を答案から評価する（方法・基準については後述）。

二次選抜

一次選抜者に対して、2 泊 3 日（部活動大会や研究発表会に出席予定の者は別日程で 1 泊 2 日）の合宿形式のスクーリングを行う。このスクーリングにおける複合的評価（後述）と一次選抜時の成績を加味したポイントによるランキングにより選抜を行う。研究に必要な素養の習得達成度（下記）を二次選抜のための判断材料とする。

二次選抜における複合的評価軸

北海道大学の GSC 受講生に対して修了時に求める能力は次の 5 つであり、スクーリングにおいては、①②③⑤の能力の一端を評価する（方法については後述）。

- ① 自らの意思を発信する積極性（意欲）と表現力
- ② 大学留学レベルの英語力・コミュニケーション能力
- ③ 国際水準（発想力、独創力、解析力）の研究遂行能力
- ④ 議論に耐える強い・精緻な論理性
- ⑤ リーダーシップ・協調性・やり抜く力

(2) 募集・一次選抜の具体的な取組・方法

募集の具体的な取り組み・方法

- GSC 事業への応募をしてもらえるよう、北海道教育委員会、札幌市教育委員会、北海道立教育研究所附属理科教育センターなど、コンソーシアムメンバーに、全道校長会、全道教頭会での広報活動の協力をいただく。
- 有力な高校には、パンフレットを送付する。
- 札幌近郊の有力校の1年生には全員パンフレットが行き渡るようにする。
- ホームページを整備し、Q&A や過去問を載せて広報活動を行う。
- パンフレットの送付やホームページでの告知だけでは、各高校に大量に送付される大学からの情報にGSCの活動が埋もれてしまう。未だにGSCがSSHとは異なる取り組みであることに気づいていない高校も多い。そこで、北海道内のSSH参加校がつくるサイエンスリンク協議会には北大GSC担当者が直接出向き、SSH高校担当者への広報活動を行う。
- 代表的な高校(20-30校)には北大GSC担当者やチューターが直接訪問し、担当者への説明、高校生への説明、体験受講などの働きかけを行う。
- 応募者全員にGSCで行う講義をHP上で受講できるシステムを構築する。さらには、応募者のある高校の教諭も閲覧可能にし高校での教科学習にも役立ててもらおうようにする。

GSC受講生専用ホームページが 応募者全員閲覧できる



北大GSC受講生専用ホームページ入口

- ・ SSP授業の動画閲覧
- ・ SSP活動動画記録を閲覧
 - ・ ウェアラブルカメラによる記録
- ・ SSP参加者専用交流ページ
- ・ SSP参加者OBとの交流ページ

- ・ 学習に役立つコンテンツを提供
- ・ 研究の秘訣がわかる
- ・ 応募高校の教諭も閲覧可能

一次選抜の具体的な取り組み・方法

◎一次選抜開催日時：土曜日（解答時間 4 時間）

高校毎の行事（模擬テスト、学校祭）等を配慮し、高校によってはオーディション開始時刻を遅延して行う。

◎ 一次選抜の方法と応募者の解答方法

広域の高校からの参加を促すため ICT を活用した課題追考型試験を実施。解答が一つではない課題を複数題用意し、応募者は一つの課題を解答する。これにより、後述の独自性、論理性、解析力が採点できるようにする。

1、一次選抜の開始時刻前に応募者のメールアドレス宛にパスワード付き課題文が記載されたファイルが送付される。当日開始時刻に、一斉に応募者のメールアドレス宛に解錠パスワードが送信され解答開始となる。

2、応募者は解答時間の間に解答を記述し、解答用紙（A4用紙1枚）を携帯電話・デジタルカメラで撮影した写真か、あるいは解答済みの解答用紙をスキャンした電子ファイルを、事務局に送付（2通り用意）することで解答完了。

一次選抜評価基準

上述した方法で応募者から回収した解答用紙を、北海道大学の教員（一つの解答につき2名）で下記のマトリックスに基づいて採点し、合計した点数によるランキング×3+評定平均値ランキングの合計値が小さい順に総合ランキングとする。詳細は資料編に記述。

	①独自性(×1.1)	②論理性(文章・図として)(×1.0)	③解析力(×0.9)
3点	【チャレンジング】 一般的な方法とは異なる<u>意外性</u>のある発想を行っており、<u>性</u>にとらわれない思考が感じられる。 【忍耐・個性】 人が<u>氣に留めないようなこと</u>に<u>真剣</u>に取り組んでいる。	【飛躍】 <u>困難な部分にも現実的に飛躍の</u>ように解説されており、<u>説明</u>のつながりや焦点化ができてい 【図】 図に<u>構造・仕組み</u>が描かれており、具体的なイメージが構成されている。	【応用力】 物化生地の基礎知識を<u>必要とこ</u>ろで<u>正しく活用</u>しており、机上の学びを現実に応用できる力がみられる。 【追及力】 現象を正確にとらえることに拘りがみられ、<u>多角的なアプローチ</u>を用いている。
2点	【チャレンジング】 問題のために自分で考えた解答であるが、<u>通常思いつくであ</u>ろう手法であり、意外性は低い。 【忍耐・個性】 真面目に取り組む姿勢が感じられるが、解答が<u>優等生的</u>であり、遊び心が感じられない。	【飛躍】 <u>困難な部分は論理的飛躍</u>が見受けられるが、その他は飛躍なく現実的な説明がされている。 【図】 測定物との繋がりが描かれていないなど、<u>現実的な機能が見えて</u>こない。	【応用力】 物化生地の基礎知識が<u>使えるところ</u>で<u>使えていない</u>、または正しく使えていない個所がみられる。 【追及力】 現象を正確にとらえる姿勢は感じられるが、<u>直接的な方法のみ</u>を用いている。
1点	【チャレンジング・忍耐・個性】 この問題のために考えたアイデアというよりも、<u>適当なものを探</u>してきて<u>並べた</u>ように見受けられる。自分のアイデア・カスタマイズが見られない。	【飛躍】 高校生ならわかるはずの部分に<u>飛躍</u>や空想的・小説的な説明が見られ解り難い箇所がある。 【図】 図が用いられていない、または、説明のためではなく挿絵的・<u>抽象的・ブラック BOX 的</u>であり、具体性に欠ける。	【応用力】 物化生地の基礎知識とのつながりが乏しく、<u>別途調べた既成の理屈</u>で説明されている。 【追及力】 データの質は装置にまかせる、または大きな測定誤差が生じることに<u>無関心</u>である。

注1) 赤と青の能力はリンクして現れることを期待するが、顕著に表れている方、または点数が高い方の色を採用し点数をつける。

注2) 同点を減らすために観点に重み（独自性×1.1、論理性×1.0、解析力×0.9など）をつけているが、採点者の評価は1, 2, 3で行う。

(3) 選抜結果と選抜した受講生の能力・資質特性

選抜結果

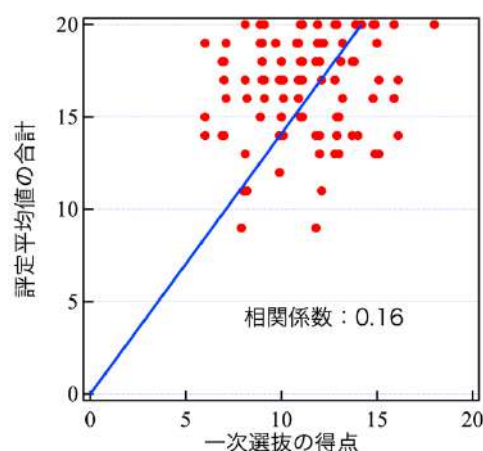
年度	応募者[名]	一次選抜者[名]	
2014	49	39	
2015	98	70	
2016	118	67	
2017	102	58*	*予算削減により定員 55 名

選抜した受講生の能力・資質特性

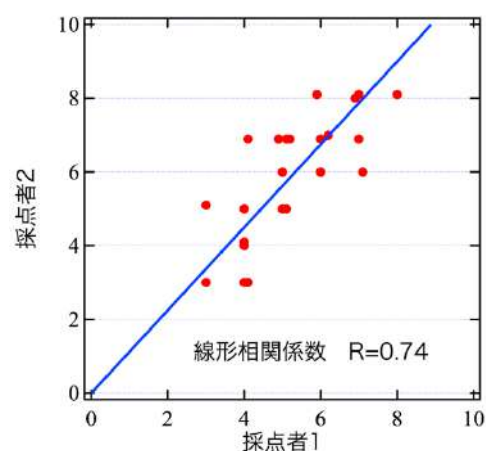
一次選抜結果により選抜した受講生に対して、1 次選抜時の評価軸、独自性、論理性、解析力の評価ポイントと、各高校から提出していただいた評定平均値（満点：20 点、高校一年生については直近のテストの素点を評定平均値と同様に各教科 5 点満点で換算）との相関をとった。

その結果、線形相関係数 0.16 という興味深い結果が得られた。「一次選抜の評価点と評定平均値には相関はない」という結果である。高校一年生が多いため、高校入学時の高校偏差値を用いて評定平均値を補正してみても、線形相関係数が 0.17 になっただけで相関傾向に違いはなかった。一方、一つの答案に二人の採点者がおり、その採点者同士の相関は強い（0.4 以上）こともわかった。

以上の結果から、研究者に重要な能力（独自性、論理性、解析力）の一部は、高校での教科学力とは無関係であることが導き出される。これは、高校 1, 2 年生時点で一定の教科学力を有する高校生に対しては、上述の能力の資質を期待して、現在の高校教育に基づく教科学力による選抜をすることは意味がないことを如実に示している。上述の能力を獲得できるような高校教育法の開発か、あるいはそうした能力が測定出来る大学入試方法の開発が必要があることを意味するものと思われる。



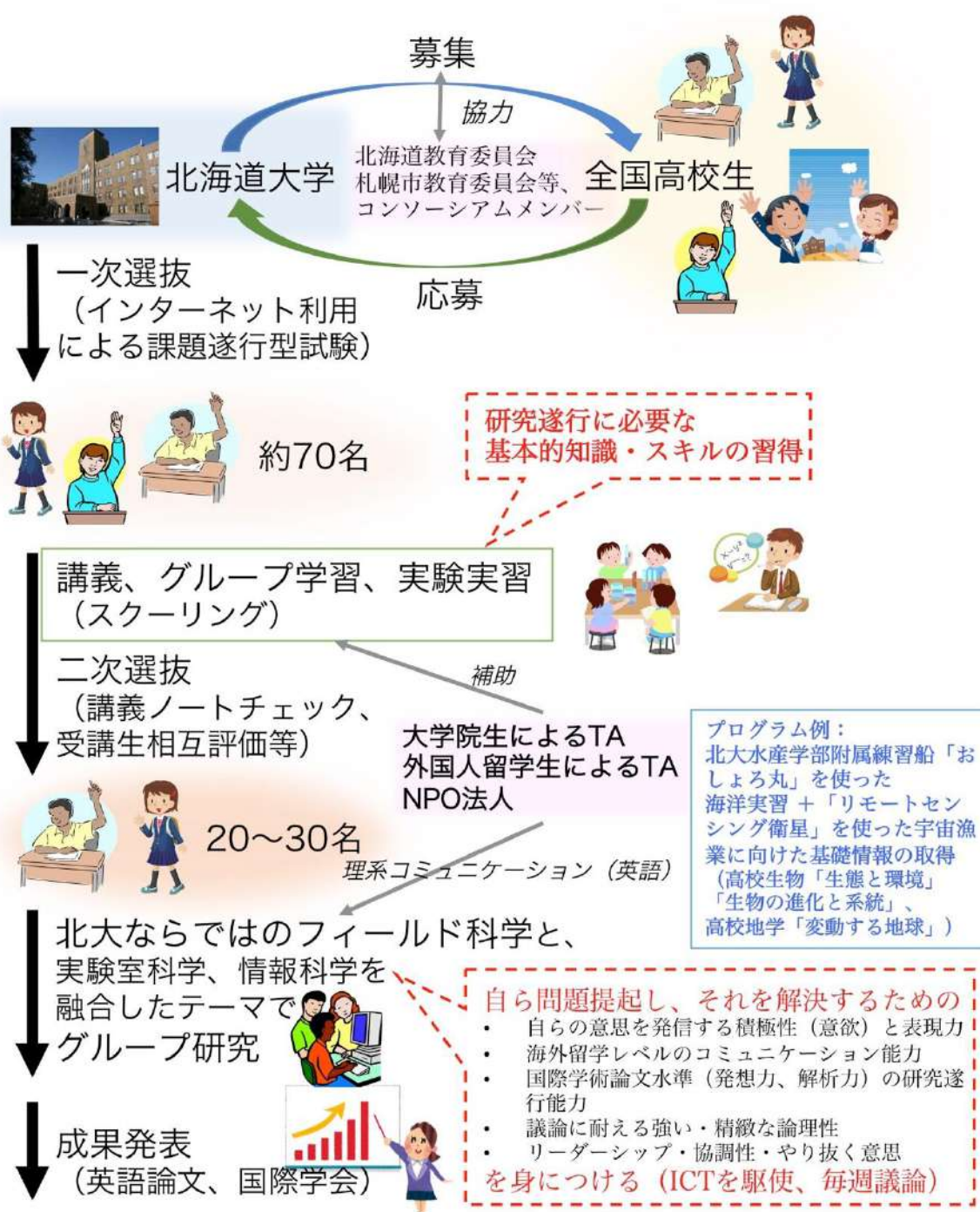
一次選抜評価点と評定平均値の相関



採点者間の相関（例）

IV. 「将来国際的に活躍しうる傑出した科学者」を育てる教育プログラム

(1) プログラムの全体像（事業の全体の俯瞰図）



スクーリングにおける教育プログラムでは基礎学力以外に重点をおく。

- (a) 科学研究に必要な素養の習得（研究ノートの書き方、研究計画の立て方講義）と、
- (b) 自主性を重視した議論に基づく研究（実験・観測・データ処理のグループ活動）、
- (c) 英語に対する苦手意識の克服、を重視する。

一次選抜者に対しては、通常の高校授業や SSH では得られない高度な研究のための素養の習得と、外国人との実践的な意思疎通に必要なコミュニケーション能力及び、海外有名大学への入学が可能なレベルの英語力を体験するためのスクーリングを開催する。二次選抜に洩れた者は、(b)の研究そのものは行わないが、GSC で行った講義録、ビデオアーカイブの閲覧、発表会への参加権利を有する。GSC への応募者全てに ID を発行し、ホームページ上のコンテンツに、アクセスできるようにする。二次選抜者に対しては、(a) - (c) の資質をつけることをスクーリングにおける教育目標とする。また、定期的に研究ノートの提出を義務づけ、内容を確認し、受講生へのフィードバックを行う。自由度の高い課題設定による自発的な研究企画力を喚起する。単一実験ではなく、物理・化学・生物・地学が絡む複合的・俯瞰的で、地球・惑星から顕微鏡まで含む北海道の地の利や北海道大学の資産を活かしたマルチスケールな研究課題に取り組む。スクーリング実施時期は、長期休暇の利用を基本とし、それ以外の時期については、参加者の高校授業・行事、及び各種研修作業、講演者との調整の上、期間、時期を決定する。

一方、基本的に二次選抜者に対しては、週 1 回開催される ICT を駆使したグループ毎の研究ミーティングが教育・研究の主体となる。研究ミーティングはグループ毎に毎週 1 時間程度開催され、そこには受講生のグループメンバーのみならず、教員、TA、外国人 TA が同時に参加し、場合によっては外部の専門教員も参加いただき議論する。ミーティングにおいて外国人 TA との理系英語コミュニケーションを日常的に行うことで高校生の英語の苦手意識の克服を促すと同時に、高度な研究議論を毎週実現し、下記①-⑤の北大 GSC の目指す教育を行う。場合によっては、文章や基礎講義をマンツーマンで指導し、個の能力の進展を目指したり、学会発表練習をインターネット越しに行ったりする。これにより、**遠隔研究遂行のモデルケースを全国に先駆けて開発することをも目指している。**

- ① 自らの意思を発信する積極性（意欲）と表現力
- ② 大学留学レベルの英語力・コミュニケーション能力
- ③ 国際水準（発想力、独創力、解析力）の研究遂行能力
- ④ 議論に耐える強い・精緻な論理性
- ⑤ リーダーシップ・協調性・やり抜く力

（２）国際性付与の方針

英語に苦手意識を持ちながら、その克服と研究に対する意欲が高い受講生に対しては、通常講義以外に、英語能力習得方法の指導に関する講義と、自宅での英語学習の教材を用意する。また、各講義時、及び実験実習にあたっては、外国人留学生チューター（TA）が積極的に語りかける等配慮を行う。通常、高校やSSH事業では、外国人による講義や海外研修程度だが、本プログラムでは合計約10名の外国人留学生チューター（TA）が参加し、担当グループ以外の受講生にも積極的なコミュニケーションを促す。これにより、様々な国の英語への対応能力と、国際性にとって最も重要な積極的に発言する姿勢を引き出す。こうして、外国人との実践的な意思疎通に必要なコミュニケーション能力及び、海外有名大学への入学が可能なレベルの英語力をつけることを目標にする。海外留学レベルの英語コミュニケーション能力を客観的に計測するために北海道大学で開催されるTOEFL-IBTの受験を積極的に促す。

国際水準の研究作法の習得、
真の国際化に必要なこと

- =
- ・ 自分の考えを相手に伝える
 - ・ 相手の考えを理解する
 - ・ その上での英語力

そのために、以下の能力・性質を向上させる。



（３）一次選抜後の教育プログラム（各講座要素の活動の具体的事例）

前節において述べたように、スクーリングにおいては科学研究に必要な素養の習得（研究ノートを書き方、研究計画の立て方講義、等）に重点を置いている。例えば、下記に、2015 年度に開催した一次選抜者を対象にしたスクーリングプログラムを次ページに示す。科学研究、情報科学といった最先端の学問の入り口の講義に混じり、様々な研究の素養を磨く講義が見て取れる。資料編に、これらの講義に参加した受講生の感想を掲載した。どの感想も極めて前向きな文句が並んでおり、高校生にかなりのインパクトを残すことができていることがわかる。

この基礎講義には、北海道大学 GSC が大切にしたい思想の多くが盛り込まれており、この熱意が伝わっているのだと認識している。一次選抜の項目でも記述したように、選抜時点での教科学力は、理系研究者として必要な素養と相関はない。そのため、こうした素養の教育こそが重要であると考え、次ページに示すプログラムとしている。

我々は、機会ある度に次のような言葉（北海道大学 GSC 受講生に求める能力について）を受講生に投げかけている。

「現代の科学研究は一人研究室に閉じこもって完結することはほとんど有りません。仲間や外部・外国との情報交換と刺激によって動機と目標が形成され、アイデアが生まれ、精力的な研究作業へと繋がっています。そこで求められる能力は、もはや学力だけではありません。国際水準（独創力、発想力、解析力）の研究作法、議論に耐える強い・精緻な論理性、自らの意思を発信する積極性と表現力、研究協力者とのコミュニケーション能力、一つのことをやり抜く力です。受講生のみならず、上記の能力の実践を求めつつ、かつ、既存の学問の壁を易々と乗り越えるマインドを養うための、マルチスケールで自由度の高い課題への取り組みという、現在、あまたの研究者にすら難しい自発的研究企画力・遂行力を求めます。」

◎スクーリング時の講義例（基礎講義、一次選抜者すべてが受講、2015 年例）

2015 年度 北海道大学 SSP 一次オーディション通過者スクーリング日程

場所：北海道大学 高等教育推進機構 情報教育館 3F

スタジオ型多目的教室

8/4（火）

受講生集合時刻：上記場所に 8 時 40 分、詳細はホームページ参照のこと。

08:50-09:20 自己効力測定尺度による計測（高等教育推進機構・特任助教）

09:25-10:30 ガイダンス（自己紹介）、スケジュール説明

10:45-12:15 化学研究とは（工学研究院・教授）

12:15-13:30 昼食・休憩

13:30-15:00 情報科学（情報科学研究科・教授）

15:15-16:15 研究ノートの取り方（URA ステーション・URA）

16:30-18:30 2014 年度 SSP 受講生 JpGU 口頭発表内容の発表会

一部録画、昨年度受講生 with 今年度受講生+TA、時間延長の可能性
有り

8/5（水）

08:45-10:15 研究計画の立て方（理学院・教授）

10:30-12:00 超小型衛星によるリモートセンシング（理学院・特任准教授）

12:00-13:15 昼食・休憩

13:15-14:45 英語学習法（（株）オレンジバード 理学院・大学院生）

15:00-16:30 ICT 活用術（Google Hangouts、Dropbox、Google Calendar の活用法）
（理学院・大学院生）

16:45-18:45 国際コミュニケーション実習（留学生 TA）

研究テーマに関するグループ議論

8/6（木）

08:45-10:15 スペクトルの基礎（高等教育推進機構・特任助教）

10:30-12:00 スペクトル計測グループ実習（紙分光器、データ解析方法 (ImageJ)）
（高等教育推進機構・特任助教、および TA）

12:00-12:30 受講生相互評価、ノートの提出

12:30 解散

※名前は省略

◎スクーリング時の例（北海道大学附属練習船おしよろ丸の航海、2015 年例）

おしよろ丸への北大GSC受講者への教育プログラムの概要

本企画のねらい

選抜で優秀な成績を修めた受講生の内、希望者上位10名に対して、北海道大学水産学部が保有する附属練習船おしよろ丸のスーパーグローバル航海に参加いただく。今回の航海は、本来は外国人留学生、研究者を対象とした研修プログラムであり、船内で行われる水産学部教員による授業も解剖実習などの活動すべてが英語という、特別な環境での実習航海である。高校生が参加できる研修プログラムとしては、おそらく日本で初めての実習航海である。研究課題の一つとして、海洋プランクトンの分布や海水温といった情報を、衛星画像のスペクトル解析から明らかにし、実際の水産漁業活動に資する研究を行うこととなっている。衛星画像は誰もが入手できることから、ともすると机上の空論となりがちな研究が多い。そこで、実際の漁場を見て、プランクトンを含む海水を現地に出向いて入手し、直接スペクトル測定した結果や、その結果を衛星画像解析と対応させ、現状の課題点や今後の研究の端緒を発見してもらうことを目的とする。また、最先端の研究の現場や、イカの解剖実習、英語での講義、乗船中の国際コミュニケーションを体験することを通し、将来が期待される高校生が今後トップレベルの研究者になる上での素養を磨く場と位置づける。

航海日時と場所

2015年8月17-19日

北海道大学函館キャンパスおよびその周辺海域

詳しくは、資料編のしおりを参考。



（４）一次選抜者の育成状況

北大 GSC では、一次オーディションに合格した受講生を北海道大学札幌キャンパスに集め、合宿形式の基礎研修を開催する。この合宿が二次オーディションを兼ねる（具体的な研修のスケジュール内容は、既述）。研修では講義のみならず、実際の装置作製や英語でのコミュニケーション実践などが含まれており、自ら受講生に体験してもらうことで、将来、トップレベルの科学者になるための素養を磨く場として位置づける。なお、講義はすべて録画し、応募者全員がインターネットでアクセスし、すべて視聴できるようにしてあり、受講を断念した高校生にも役立つようにホームページを整備している。

詳細、受講者の感想は資料編に記述。

(5) 二次選抜の実施

◎二次選抜の実施

インターネットによる課題遂行型一次オーディションを開催し、独自性、論理性、解析力を計る選抜方法・選抜基準により 70 名を選抜した（2015 年度実績、応募者 98 名、詳細は別紙）。この選抜者に対して、8 月中に 2 泊 3 日（部活動大会や研究発表会に出席予定の者は別日程で 1 泊 2 日）の合宿形式のスクーリングを行う（p. 19 参照）。このスクーリングにおける複合的評価（資料編）と一次オーディションの成績（学校における評定値を含む）を加味した合計点により選抜を行う。

◎スクーリングにおける複合的評価・評価基準

北海道大学の GSC 受講生に対して修了時に求める能力は次の 5 つであり、今回のスクーリング（二次選抜）においては、①-⑤の能力の一端を評価する。

- ① 自らの意思を発信する積極性（意欲）と表現力
- ② 海外留学レベルのコミュニケーション能力
- ③ 国際学術論文水準（発想力、解析力）の研究遂行能力
- ④ 議論に耐える強い・精緻な論理性
- ⑤ リーダーシップ・協調性・やり抜く意思

(6) 二次選抜後の教育プログラム

二次選抜生 20-30 人を対象とし、ネットを通した週 1 回の研究報告と 1-1.5 か月毎に催される札幌でのスクーリングで構成される。約 8 か月間のプログラムの中で、

- 1) 5-6 人グループでの研究活動,
- 2) 既存の学問分野の枠を超えた研究アイデアを考案,

という二点が特徴的であり、個々人のロジック(論理的展開力)を練磨することがその本質である。これら全ては SSP を担当する三人の教員(含成瀬客員准教授)が助言又は指導を行い、必要に応じて適宜学内外の専門家にも相談する。研究スキームとスクーリング例を以下に示す。

[研究スキーム：2014 年度例]

第1期 (8月30-31日、10月22-23日+ 遠隔講義・グループ会議 (9月-3月毎週末1回2時間))

課題フレーム：地上生命環境－樹木や農作物を現場計測及びリモートセンシング(遠隔計測：人工衛星の画像データの解析)することで、生命環境制御及び計測の新しい手法を開発する。

スクーリング(於：北海道大学)

教員等：7名

他、日本人TA3名、外国人TA6名

第2期 (11月～、3月7日、14-15日、+ 遠隔講義・グループ会議 (11月-3月中旬毎週末 1回2 時間))

課題フレーム：地球大気現象－雷放電や降雨・降雪など局所気象を計測し、それを衛星などの既存の広域観測と比較し、関係性を理解する。

スクーリング(於：北海道大学)

教員等：3名、他、日本人TA3名、外国人TA6名

第3期 (2月中旬から。3月25-29日+ 遠隔講義・グループ会議 (3月2-3週土日 1回2時間))

課題フレーム：惑星と地球－国内第3位の惑星望遠鏡を用いた月・惑星観測。地質や雲の計測を地球と月・惑星で比較して、宇宙の中の地球を理解する。

スクーリング(於：北海道大学附属天文台(北海道名寄市))

教員等：2名、他日本人TA2名

◎スクーリング時の例（北海道大学大学院理学研究院附属天文台、二次選抜者対象）

本企画のねらい

北海道大学大学院理学研究院附属天文台（名寄市）において、最大4泊に及ぶ合宿研修を開催する。具体的な研修内容としては、世界最大級の惑星観測望遠鏡を用いた、月、惑星、衛星、小天体の時系列観測、およびそれらの天体のスペクトル観測である。最先端の研究の現場を見るだけでなく、実際に解析・結果の解釈まで自ら受講生に体験してもらうことで、将来、トップレベルの科学者になるための素養を磨く場としてふさわしいものになるはずだと考える。また、空き時間には、学会発表に向けての解析、および議論の場とし、普段インターネットを介して遂行している研究活動を加速することを目的とする。

詳しくは、資料編の研修のしおりを参照。



◎週一回の ICT を駆使した研究議論（二次選抜者対象）

論文執筆に結びつく研究を行うには、継続的な議論と指導が必要である。しかし北海道の交通事情を鑑みると、頻繁にスクーリングを行うことは困難である。その点を克服するために、北大 GSC では、ITC 技術（ネットワーク及び会議ソフトウェア）を活用し、グループ（5 人程度）毎に 1 回あたり 1-2 時間の遠隔会議を基礎講義以降、週 1-2 回行い、一週間に行った研究内容を発表し議論する。必要な装置などの手段と研究対象の案を提示し、それらを参考に受講生自らがグループ毎に具体的研究テーマを設定し、企画書の提案から実験・観測の実施、考察、レポートまでを行う。高校生の他に、日本人 TA、外国人 TA、必要に応じて関連教員が出席する（年間一人当たり 32 時間以上）。司会、記録を高校生で分担し、日本人 TA と教員が適宜助言しながら、日本語で進行するが、折りをみて高校生が外国人 TA に英語で説明し、それに対し TA が質疑と助言を行い、英語コミュニケーションスキル向上を計る。各自が行ったデータ取得や調査の結果は Dropbox で閲覧可能にし、また会議時には会議ソフトで画面共有することにより、詳細な議論を行う。

◎個の才能を最大限伸ばすための施策「個の才能育成プラン」

今日の科学研究、特に複合的でスケール感が本質的な地球規模課題の探求において、一人が単独で完了できる研究はあり得ない。つまり、個々人が有する多様な才能が化学反応を起こし一つになってこそ、問題解決の道が見えてくる。北大 GSC におけるグループ学習は、研究における多様な作業の中で、個々人が自分の適性と才能を活かせる役割（対象、技法など）を自ら発見、担当し、それを延ばすところに特徴がある。本プログラムには、基礎科学から応用科学まで、7 つ以上の学部及びセンターに所属する教員が参加し、個人の才能を延ばす指導を行う。文章や基礎講義をマンツーマンで指導し、個の能力の進展を目指したり、学会発表練習をインターネット越しに行ったりする。

理科教育用自己効力測定尺度 (SESSE: Self Efficacy Scale for Science Education) を用いて、受講生の自己効力を測定し、学習意欲を総合的に分析、把握し個々の受講生への教育に利用する。2015 年度は、一次選抜者全員を対象として調査を行い、統計解析を行った。その結果を基に、二次選抜者全員に対して個人カルテを作成した（資料編参照）。これにより、受講生個々の意欲を的確に把握できるため、研究指導の際に、どんな言葉やフォローが必要であるかがわかり、効果的な研究教育が可能となった。

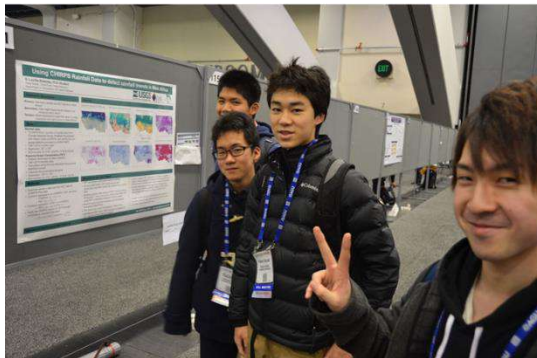
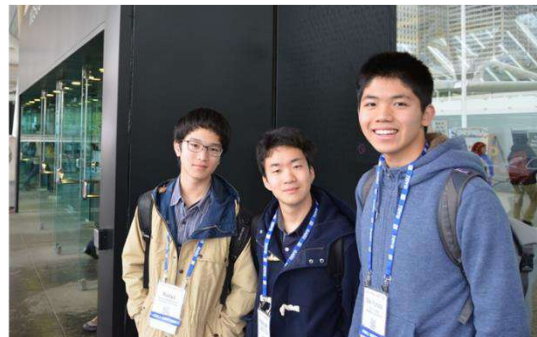
(7) 二次選抜者の育成結果

- ◎ 当初からの目的の一つである受講生の主体的な研究姿勢を引き出すことができた。また、外国人 TA とのコミュニケーションの機会を提供し、受講生の積極的な姿勢を引き出すことができた。特に、地方の高校においては外国人との交流自体が少なく、理系の内容を他人と英語でコミュニケーションする機会は皆無に等しいため、この事業が大きな役割を果たしていると地方の高校や受講生からの評価は高かった。
- ◎ 約半数の生徒に極めて主体的な参加姿勢が見られ、英語でのコミュニケーションに対しても積極的取組みが見られた点は、当初の目標を達成できたと言える。
- ◎ トップクラスの生徒のデータ解析スキルや研究課題解決能力は極めて高く、大きな学会での一般講演に耐える結果を出した。更に、学会登壇者の約半数が国際学会での発表し、英語論文投稿も挑戦している。

(8) 海外研修活動とその成果

教育プログラムにおける国際性の付与の項目で述べたように、理系において真の国際化に必要なことは、英語力が先に立つものではない。自分の考えを相手に伝え、相手の考えを理解できる（日本語での）真のコミュニケーションができて初めて英語力が重要と考えている。受講生の多くは、そもそも日本語ですら理系の言葉で議論できない、コミュニケーションが論理立ててできないことが多い。高校までに議論の訓練をしていないからである。当然、論理立てた文章を、簡潔に書く日本語力すらない。そのため、ただ単にお祭りのように海外の大学へ訪問したり、単発の活動を渡航先で行ったりすることに我々は大きな意義を見出していない。もちろん、研究を継続的に海外の大学や機関と共同研究を行う中での海外研修活動には意義があると考えているが、現時点では北大 GSC においてその活動に対する調査は行っているものの、実施を考えていない。北大の留学生 TA との日常的な英語での議論の方が、よほど意義があると考えている。

そのため、北大 SSP では共同研究並びに国際会議への出席にのみ海外渡航を考えており、4 年間で 10 名の海外渡航とインドネシア・パランカラヤ大との共同研究 1 件を行った。



2016 San Francisco 5名
2017 New Orleans 3名
2018 Washington D.C.

欧州気象学会 (EMS)
201709 Dublin, Ireland 2名

V. 受講生に対する評価手法の開発と実施

(1) 育てたい人材像と育成したい能力・資質に照応した「評価基準」の開発

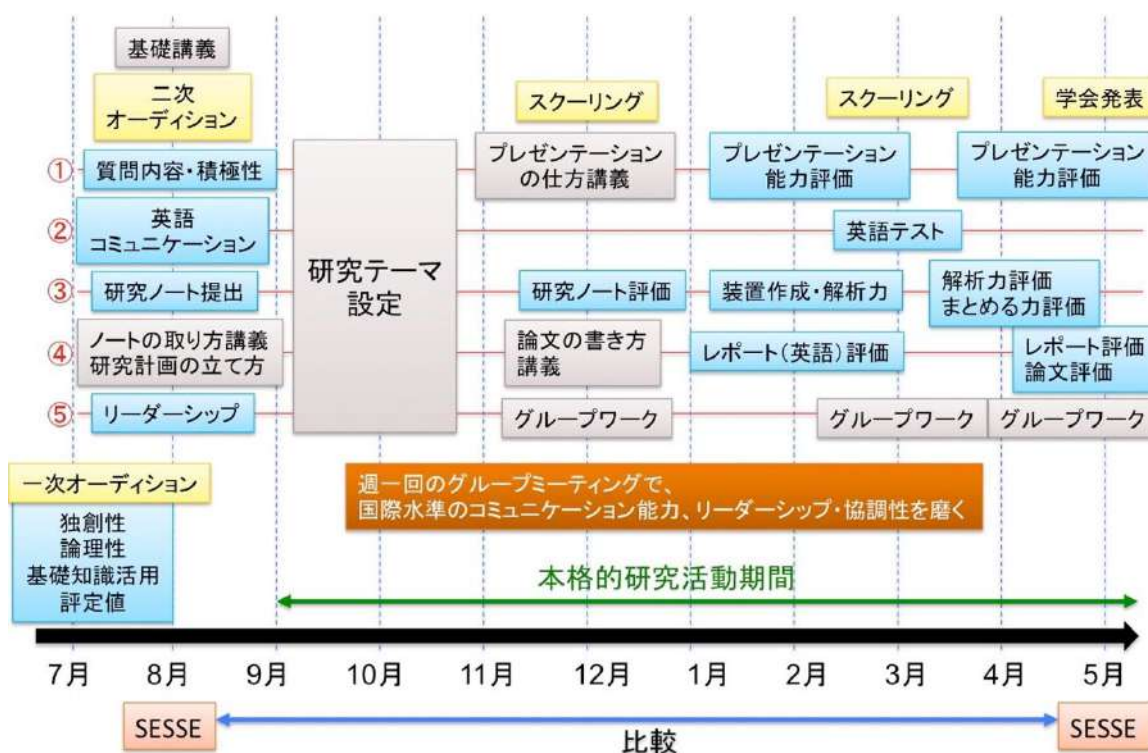
育てたい人物像と育成したい能力・資質は何度も記述しているが下記になる。

- ① 自らの意思を発信する積極性（意欲）と表現力
- ② 大学留学レベルの英語力・コミュニケーション能力
- ③ 国際水準（発想力、独創力、解析力）の研究遂行能力
- ④ 議論に耐える強い・精緻な論理性
- ⑤ リーダーシップ・協調性・やり抜く力

この評価を行うために、下記のスケジュールで行っている。一次選抜で③の能力の一部を、二次選抜で①②③⑤の能力の一部について、評価基準を設け選抜している（資料編参照）。二次選抜通過者については、基本的に (a) 学会発表（①，③，④，⑤の能力・資質）、(b) 学会での活動（①，②の能力・資質）、(c) 国際会議発表（①，②，③，④，⑤の能力・資質）、(d) 国際的英語論文（①，②，③，④，⑤の能力・資質）の執筆、が最終的な目標となるため、それぞれがどれだけ達成できたかが、「評価基準」となる。英語能力だけは、受講生に TOEFL-IBT の受験を促し、客観的な海外留学の英語レベルの把握に努める。

北大GSCでの活動・評価の時間的推移

評価は青背景表示



(2) 評価の実施結果と課題

[実施結果]

一次、二次選抜では、選抜基準が評価基準である。資料編参照。一方、2014年度は、二次選抜通過者について下記の項目によるポイントの総合評価点で評価を行った。各項目二段階評価。

- (ア)毎週の研究ミーティングへの出席率 (①, ④, ⑤の能力・資質)
- (イ)スクーリングへの出席率 (①, ⑤の能力・資質)
- (ウ)TA・教員による(英語)コミュニケーション能力評価 (②, ⑤の能力・資質)
- (エ)学会発表の解析への寄与 (①, ③, ④, ⑤の能力・資質)
- (オ)研究ノートの記述の評価 (①, ③, ④の能力・資質)
- (カ)中間レポートの評価 (①, ③, ④の能力・資質)
- (キ)受講生相互評価 (①, ②, ③, ⑤の能力・資質)
- (ク)学会参加・発表実績 (①, ②, ③, ④, ⑤の能力・資質)

H26年度の受講生合計 33名の成績内訳

成績	人数(名)	備考
秀	8	内4名 JpGU 年次大会登壇者
優	9	
良・可	16	途中辞退含む
合計	33	

意欲の評価については、本プログラムの実施主担当者である鈴木教授が長年取り組み、開発した理科教育用自己効力測定尺度 (SESSE: Self Efficacy Scale for Science Education) を用いて、受講生の自己効力を測定し、学習意欲を総合的に分析、把握し個々の受講生への教育に利用する。2015年度は、一次選抜者全員を対象として調査を行い、二次選抜者全員に対して個人カルテを作成した(資料編参照)。

当初、SESSEを選抜に利用することを考えていたが、選抜に利用することが受講生に伝わると正確な調査とならないことがわかった。そのため、受講生の能力の的確な把握に利用することとした。

[課題]

- ・一次選抜：一次選抜総合点に占める高校学力の割合

高校から提出された四教科(英数国理)成績をどれくらい総合得点に反映させるかは、四年間の試行錯誤の結果、北大 SSP 一次選抜問題得点 3：高校学力 1 が望ましいと結論した。高校学力を考慮しない場合、

- a) 本州勢が合格者数増加

← わざわざ本州から北大まで研究することを考えるほど意欲旺盛且つ優秀。

- b) 札幌近郊勢の中堅高からの合格者減少← 本州勢合格者増加の結果

となる。中堅高のいわゆる「面白い」高校生は文章表現力やロジック(論理展開力)が劣るものの、研究アイデアで大事な思い付きやひらめきが豊かであると北大 SSP では考えている為、判定に高校学力を考慮する。

- ・二次選抜：二次選抜総合点に占める一次選抜得点の割合

この割合は毎年変えており、いまだ最適化できず。北大 SSP の一次選抜では思考及記述力を、二次選抜では主として意思表現力を評価。異なる評価軸である両選抜の混合は理想的には 5:5 ではあるが、年度によっては研究課題のロジック構築にとても時間がかかる受講生もいる。また、応募者の気風によっては一次選抜高得点者の多くが二次選抜では低評価になった年度もある。

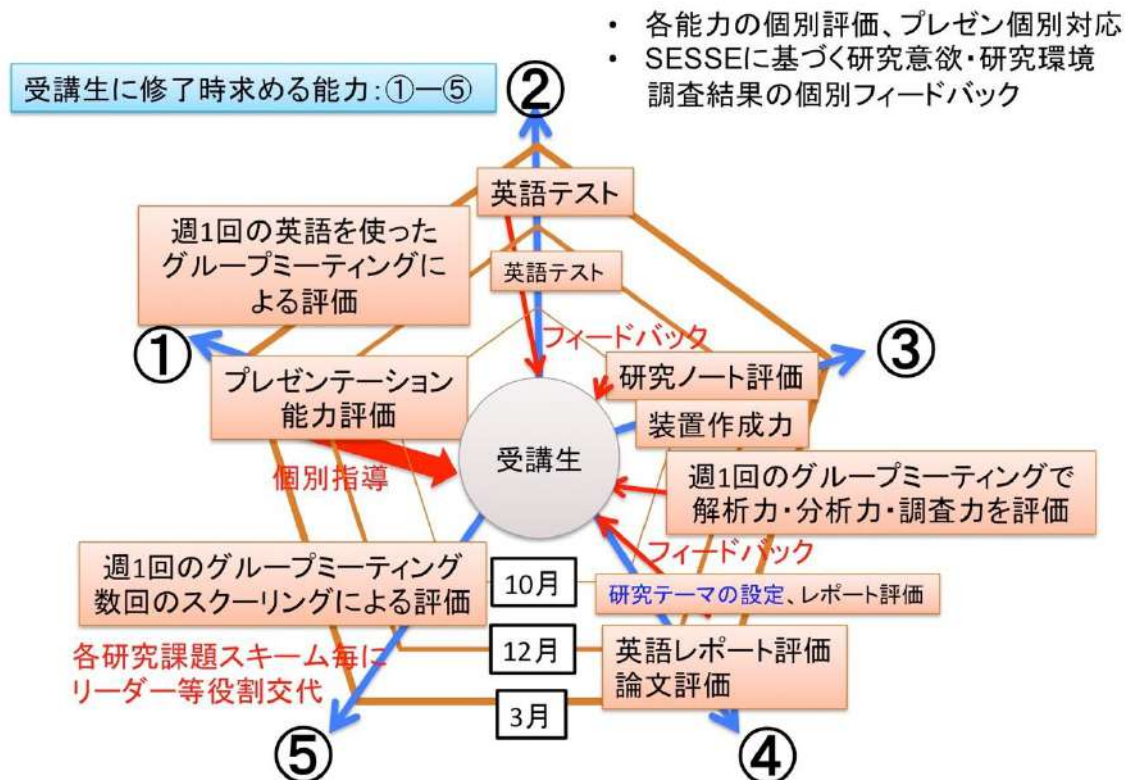
- ・中間及最終評価：二次選抜総合点と中間及最終評価点との相関

中間評価から最終評価までの間に急激に成長する受講生は全体の 1, 2 割で、残りは中間評価とほぼ変わらない順位を占める。(1)で述べた評価観点に於ける高評価点受講生と二次選抜総合点での上位者とが必ずしも一致しない。二回の選抜では、PC スキルや新しい頭の使い方等を含めた未知の事態に対する積極性及適応力を十分に評価できていないことを意味する。この点は今後要改善であり、二次選抜にネットミーティングを含めば改善が期待される。

(3) 評価結果に基づく受講生へのフォロー指導

前節の(ア) - (ク) の評価の項目は、受講生への定期的にフィードバックを行った。下記模式図参照。また、SESSE に基づいた受講生カルテを作成し、教育に活かすこととした。資料編参照。

ロングスパンの評価項目



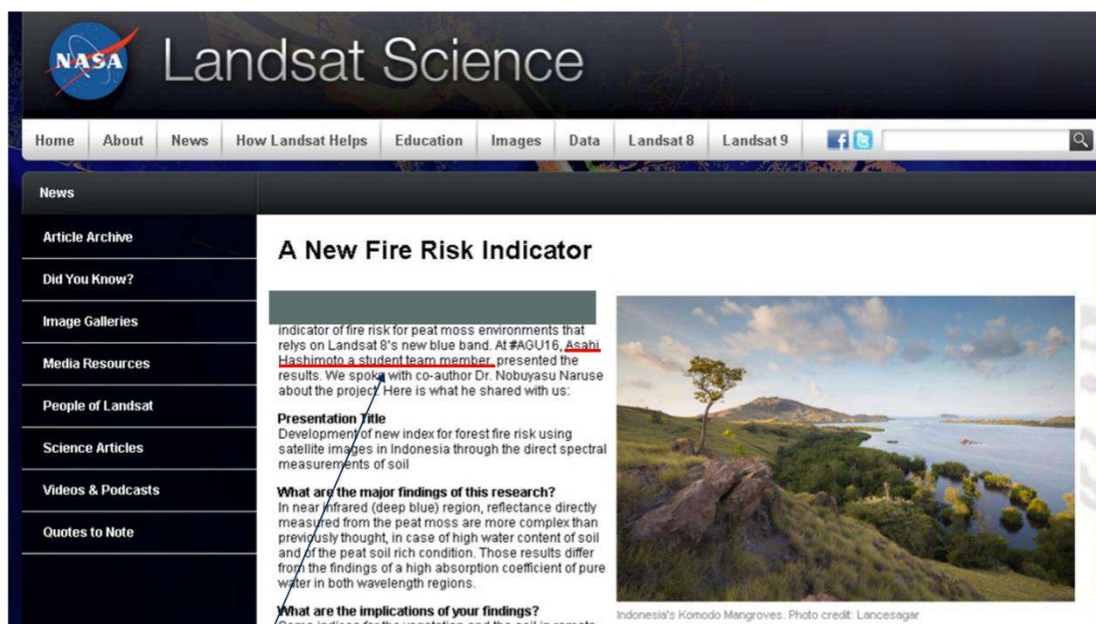
VI. 受講生の活動成果 — 「数値目標」の達成状況

受講生が 創出する 成果	国際学会等での外国語による 研究発表	20	16	
	国内学会等での研究発表		21	全て英語表記
	外国語論文発表	10	0	投稿中2件, 準備中1件
	国際的な科学技術コンテスト等の日本国内予選等への参加数			
	日本学生科学賞	10	5	1件が入選3等受賞, 北海道審査会にて 読売新聞社賞受賞
	高校生科学技術チャレンジ	10	4	
	科学オリンピック	10	3	
	その他	財団法人WNI 気象文化創造センター主催第5回 高校・高専「気象観測機器コンテスト」2件入賞		
	科学の甲子園	10	4	
日本雪氷学会・日本雪工学会の雪氷研究大会 (2016.10) にて 実行委員長特別表彰受賞 1件, NASA HP へ掲載 1件				

上の表が四年間の目標とその達成度である。特筆すべき個別例としては 2016 年度受講生が米国地球物理学連合 (American Geophysics Union, AGU) に登壇した際に、その研究が NASA のホームページで紹介された。

2016.12.14 NASA,
AGU参加時に取材

<http://landsat.gsfc.nasa.gov/a-new-fire-risk-indicator/>



橋本朝陽君 [札幌西]

科学技術コンテスト等への国内予選への参加に関して、北大 SSP では通常とは異なる立場を採る。国際的な科学技術コンテスト等で測られる能力は、主として学校教育における座学の延長線上にある（一部実習や現場力の求められる課題を与えるものもあるが、主体は一定時間内に問題を解く形式のペーパーテストである）。それはそれとして一定の突出した才能を見出す方法の一つではあるが、本プログラムで発掘し育成する能力は、正答の用意された問題を一定時間内に解答するようなものとは一線を画す。すなわち、自らが設定したひとつの問題について、知力と頭脳を含めた広い意味での体力の限りを尽くし、数ヶ月の時間をかけて解答を模索するのである。これは、コンテストの類よりもはるかに実際の研究に近く、有用な能力である。コンテストの中にも研究に通ずる能力が含まれるが、それ自体が目的化することは避けなくてはならないと考えている。

本プログラムの参加教員の中には国際オリンピックの役員をするものもあり、コンテスト等への参加を促し、また希望する生徒の試験対策については万全のバックアップ体制をとる。しかし、生徒の大半がこうした「受験勉強」に時間を割く事態になると、多忙な高校生の時間が奪われ、北大 SSP の研究プログラム遂行に重大な影響を及ぼすことが懸念される。従って、本プログラムでは、能力や指向がコンテストの方向性と合致する、比較的少数の生徒に指導を集中する形を優先する。

VII. 効果検証

(1) 事業の効果検証の方針

事業が成功したかどうかは、受講生に将来にどのように活かされたかにかかっている。そのため、高校卒業後の進路を知ることが検証の一部になると考える。GSCの成果は大学入学時よりも卒業時にこそ効果が反映すると思われることから、入学大学のみならず、大学進学後の卒論のタイトルまで調査をしたいと考えている。一方、理科教育用自己効力測定尺度 (SESSE : Self Efficacy Scale for Science Education) は客観的に学習意欲の時間的推移を計測できる手法であり、1年間の事業の前後に調査することが可能であり、効果の検証の一部とする。

[日常的な取組の改善]

交通の便の悪さを克服するために導入した ICT を最大限利用し、受講者同士・教員とのコミュニケーションを活性化し、常に自由に科学を議論できる雰囲気作りに注力する。また、月 1 回程度のスクーリングを行うことで継続して興味を喚起するように努める。ホームページを常にブラッシュアップし、自宅や学校から、スクーリング時の講義や活動をビデオ閲覧が可能なシステムを構築し、遠方であったり、多忙であったりして、スクーリングに参加できない受講生のモチベーション維持に努める。基本的に、高校生に最先端の研究に自発的に取り組んでもらい、受講生全員が学会発表をめざすことを最大の目的としているため、担当教員が積極的に一線の研究者と交流し、高校生に最適なアドバイスができるように努める。最新の装置の改良にも担当教員自らが積極的に関わる。受講生の研究テーマは受講生自身が決めるため、スクーリング時にタイムリーな専門家の講演をお願いできるよう、GSC 担当者がアクティブに自身の研究分野を超えた交流活動する。

(2) 修了生との関係性の維持の取組状況

電子メール及 SNS を通しての近況確認を実施中。一部の修了生とは次に示すように良好な関係を現在でも維持。次年度以降、修了生が新規受講生のアドバイザーになってもらい、研究内容の継続性、ならびに更なる深化を担う役割を果たしてもらう。特に、夏期のスクーリングに昨年度の研究内容を発表してもらうことにより、新たな受講生への刺激と後輩との関係構築の契機とする。また、長期休みに開催される後輩受講生のスクーリングに TA として参加。また、修了者も受講生専用ペー

ジへのアクセスを可能にし、掲示板や SNS チャット機能を利用して教員や受講生との積極的交流を促す。北海道大学に入学した修了生には、GSC 事業の TA を依頼している。

(3) 修了生の追跡調査による効果検証状況

最初の修了生はまだ大学三年生であり、GSC の成果は大学入学時よりも卒業時にこそ効果が反映すると思われることから、入学大学のみならず、大学進学後の卒論のタイトルまで調査をしたいと考えている。この点については受講生に調査することを既にお願している。

一方で、北大 SSP で受講生が学ぶ最重要項目「ロジック(論理的展開力)」は科学技術のどの分野でも役立つ。従って、狭義の「(大学や企業での)研究者」という枠ではなく、イノベーションを起こしうる分野に積極的に参加する修了生もとても大事である。例えば一期生の一人はまだ大学三年生であるにも関わらず、仮想通貨の一つの運営に関与し、エストニアで開かれた会議に参加。エストニアの電子住民証も取得済(日本人はたった数百人のみ)。

VIII. 開発手法や成果の他機関や社会的波及の取組

[波及効果]

北大 SSP ではこの四年間「課題解決型教育プログラム」を開発し、洗練させてきた。以下にその波及効果を箇条書きに提示する。

- ・道内 SSH 研究発表会との合同発表（H28，29 年 2 月）

SSH での最終研究報告会に参加（ポスター発表）。北大 SSP 受講生は自身の研究の中間報告を兼ねた。北大 SSP 受講生が高水準の研究発表と質疑応答を示すことで、SSH 教員・生徒両方が課題解決型教育プログラムの成果を直接体感した。

- ・道内 SSH 連絡協議会や SSH 教員の勉強会への招聘

北大 SSP の内容及開発された課題解決型教育プログラムを具体的に説明し、高校教員が 2018 年度から始まる理数科目の探求授業の参考にしている。

但し、高校教員が北大 SSP の課題解決型教育を未経験である為、最重要である「ロジック（論理的展開力）」が欠如。教員自らがロジックを会得し、各高校に合わせた展開をするまでには更に時間を要する。

- ・北海道理科教育研究センターとの意見交換

このセンターは道内の公立小中高理数科目教員への助言及指導を司る。ここへも課題解決型教育プログラムの内容を紹介し、またセンターが企画する「探求授業講習会」への助言も行った。

- ・新聞への掲載等

過去 4 年間で計 8 回掲載。特に H29 年 6 月 19 日付北海道新聞朝刊教育面での特集は北大 SSP の詳細を知らない多くの道内高校教育関係者からの反響が大きく、高校からの問い合わせが増加した。また、研究データの共有をクラウド上で行う為のソフトウェア “Dropbox” も当初から導入しており、大学教育の先端例として Dropbox 社からも取材を受け、H29 年 3 月に公開された。

Dropbox Business 活用事例

国立大学法人 北海道大学 高等教育推進機構 Super Scientist Program (SSP)

北海道大学 高等教育推進機構 高等教育研究部門の SSP は科学者を志す高校生が最先端の研究に参加できるプログラム。全国に在住する選抜者たちと教員をつなぐ情報共有基盤として Dropbox Business を活用し、研究活動を行っています。



導入メリット

- ✓ 場所の制約を受けない
情報共有環境を構築
- ✓ 必要に応じて容量を追加できる
ストレージに大容量の衛星画像を共有
- ✓ 誤操作で変更された
共同編集ファイルを容易に復元

「使い始めてよかったと思うのは、データ紛失のリスクを大きく軽減できたことです。
物理的なハードディスクに比べて
Dropbox の安全性を実感しています。」



成瀬 延康 氏
(北海道大学 高等教育推進機構
客員准教授 兼 滋賀医科大学准教授)

<https://www.dropbox.com/ja/business/customers/HokkaidoUniv>
とその pdf より一部抜粋。

[今後の可能性]

また、北大 SSP は、研究作法と国際的な成果発表などの基本的研究技法の習得に加え、いくつかのユニークな特色を持つ。すなわち、

- 1) 自由度の高い課題設定による自発的な研究企画力の喚起、
- 2) 単一実験ではなく、物理・化学・生物・地学が絡む複合的で、地球・惑星から顕微鏡まで含む北海道の地の利を活かしたマルチスケールな研究課題、
- 3) グループとしての相互的研究評価に基づく個人の評価手法、
- 4) 外国人留学生をチューターとして配置することによる、多様な英語での高度で実践的なコミュニケーション能力の開発、
- 5) 交通の便の悪さを克服するための ICT を用いたコミュニケーション・議論・講義の本格的な導入

である。

こうした教育・研究手法は、北海道の地域性と、北海道大学の持つフィールド科学という特殊性を活かす、あるいは不便さ克服するという観点から導入される色合いが強い。しかし、これは人類が抱える今日的課題に直結するものであり、本事業で確立すれば、他国・他地域・他大学でも応用ができる汎用的手法であり、報告書として整理し、全国はもとより、国外に積極的に公開するものとする。

実際、教育プログラムにおいて、マスコミから 8 件の取材を受けており、社会的注目度が高い。我々の取り組みは、単なる e-learning とは一線を画しており、双方向の高等教育における研究遂行手法開発でもある。最新技術とその応用によって、今日世界が抱える様々な課題を解決に導く人材の育成で高い効果を実現するという意味では、言わば科学教育におけるイノベーションとも呼べるものである。一方的に講義をするのではなく、文章や基礎講義を研究の進度に応じてマンツーマンで指導し、個の能力の進展を目指したり、学会発表練習をインターネット越しに行ったりする。当然、実験、解析指導も ICT を駆使して行っている。これにより、**遠隔研究遂行のモデルケースを全国に先駆けて開発できたと自負している**。こうした教育プログラムをパッケージとして標準化し、グローバルな拡大を図ると共に、継続的な展開を可能にするためのビジネスとしてのモデルの成立も目指せる。具体的には以下の方向で継続、展開を実現したい。

1. パッケージ化した教育プログラムを標準化し、その修了生に対して与える Certificate（修了証、成績証明）を、例えば北海道大学の新渡戸カレッジ入校の際や、学内奨学生の選抜時の資料として活用されるよう、学内で検討を行いたい。
2. 標準化はグローバルに行い、まずは北海道大学と大学間連携を有する海外の大学を中心に輸出を考える。北海道大学はアジアをはじめとする開発途上国の有力大学の幹部に多くの人脈があり、それを最大限に活用した展開を行う計画がある。
3. 屋外作業も含め、ウェアラブルカメラなどを用いた映像・音声のリアルタイム配信によって、その場にいない生徒にも擬似的な体験を提供するが、同時にその映像・音声を記録し、それを編集、アーカイブすることで、教育プログラムとして他地域・他大学に拡大する際の教材とする。またそれらに英語の字幕を付加または吹き替え版を作成し、海外にも対応する。
4. 最初は北海道大学が中心になって企画を推進するが、特色ある活動を行っている地方自治体もコンソーシアムメンバーとして取り込んでいく。例えば、北海道岩見沢市はリモートエデュケーションに積極的で経験値が高い。また北海道下川町は森林を活用したサステナビリティ事業に取り組んでおり、地方自治体としては異例であるが、国の事業費の受給を受けるなどしており、フィールド教育での協力が期待できる。
5. 持続的な発展と、より普遍的なビジネス展開のために、北海道内及び国内の教育産業を巻き込んでいく必要がある。それによって、国内外のユーザー拡大が飛躍的に加速すると同時に、商業的に成立させることで資金調達の面で見通しを立てられる可能性がある。

IX. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制

(1) コンソーシアムの構築

2014 年度(初年度)は道及札幌市教育委員会と道理科教育センターとでコンソーシアムを始め、効果的な受講生の募集について協力した。札幌南高校等の協力校は、一定数の高校生に応募させ、選抜結果及び選抜された高校生に対する本事業の教育的効果を高校の立場から評価、事業内容についての助言を行う。

二年目以降は本州の高校生を受け入れるにあたり、道外の教育委員会などに参画してもらった。道内に於いては、二年目まで北大 SSP に於ける独自の教育プログラムへの理解が進み、高校からの意見をコンソーシアムメール会議にて頂いた。

三四年目は本州勢(本州出身の二次選抜後の受講生)の高校に伺い、担当教員及校長に直接北大 SSP の独自研究プログラムと生徒の様子を説明した。コンソーシアムには入っていても遠距離であり、多忙な教員がコンソーシアム会議の為だけの出張は難しいからである。2017 年度末までに参加機関は以下の通り。

北海道，札幌市，青森県，秋田県，山形県，宮城県，栃木県，東京都，横浜市，静岡県，島根県の各教育委員会並びに大阪教育大学と北海道理科教育センター

(2) 学内の実施体制

実働の主体となる担当者として、専任特任助教が実施を担当する。カリキュラムを作成する実施担当者については、高等教育推進機構の教員に加え、北海道大学の各学部から見識と意欲のある教員を集める（理学、情報科学、工学、水産学、環境科学、医学、獣医学、北方生物圏フィールド科学センター森林圏ステーションなどからも教員が参加する）。GSC に従事する教員については、本学・教育担当理事名義で所属部局長宛に事業への参画依頼文を出した。

本件業務 での役割	氏名	所属		具体的な実施業務内容
		機関名・研究科	役職	
		学部・担当等		
実施責任者		北海道大学	総長	事業の統括
実施主担当者		北海道大学高等教育推進機構	教授	事業の統括
実施担当者		北海道大学理学研究院	教授	教育プログラムの作成と実施 受講生の選抜と成績評価
実施担当者		北海道大学情報科学研究科	教授	教育プログラムの実施 受講生の選抜と成績評価
実施担当者		北海道大学工学研究院	教授	教育プログラムの実施 受講生の成績評価
実施担当者		北海道大学獣医学研究科	教授	教育プログラムの実施
実施担当者		北海道大学高等教育推進機構	准教授	選抜方法と成績評価法の策定
実施担当者		北海道大学高等教育推進機構	准教授	選抜方法と成績評価法の策定
実施担当者		北海道大学高等教育推進機構	准教授	選抜方法と成績評価法の策定
実施担当者		北海道大学農学研究院	助教	教育プログラムの実施
実施担当者		北海道大学北方生物圏 フィールド科学センター	助教	教育プログラムの実施
実施担当者		北海道大学北方生物圏 フィールド科学センター	助教	教育プログラムの実施
実施担当者		北海道大学高等教育推進機構	特任助教	教育プログラムの作成と実施 受講生の選抜と成績評価 コンソーシアム構成員との連絡調整
業務協力者		北海道大学水産科学院 北極域研究センター長	教授	教育プログラムの協力
業務協力者		北海道大学農学研究院	助教	教育プログラムの協力

(3) 機動的で安定した実施体制づくりに向けた取組

北大SSPに携わる教員三人だけで受講生の興味がある研究課題に専門的助言を与えることは不可能。学内外の専門家に連絡を取り、受講生の課題に応じて機動的に実施体制を整えた。この4年間で以下の学内外の研究者と一緒に受講生との研究議論や共同研究を行った。一方、受講生のロジック(論理展開力)を直接鍛える為のネットミーティングやコンソーシアム内の連絡はSSP教員が一貫して行い、安定的且つ継続的な運営を目指した。

北海道大学

高等教育推進機構	池田文人准教授, 山田邦雅准教授, 飯田直弘准教授
獣医学部	石塚真由美教授
農学部	高野順平助教, 加藤知道助教
工学部	五十嵐敏文教授, 長谷川靖哉教授, 山本強教授
理学部	見延庄士郎教授, ニーナ・パッケ助教
文学部	立澤良郎教授
水産学部	斉藤誠一教授
おしよろ丸	トニー・チッティンゲン助教, 大西広二助教
低温科学研究所	杉山伸教授, 寺島美亜助教
北極域研究センター	榊原博士研究員
北方生物圏フィールド科学センター	小林真助教, 伊佐田智順助教
ラーニングサポート室	浅賀圭祐 博士

他大学/機関

パランカラヤ大学	ヘンドリック・セガ教授
防災科学研究所	根本征樹氏
千葉大学理学部	竹内望教授
道総研水産技術普及指導所	浦河本所 宮崎義弘所長
新江ノ島水族館	岩崎猛朗氏
オレンジバード	コチェフ・アレキサンダー博士

X. 支援期間終了後の成果把握や企画継続・展開への取組状況

三年間人事を凍結するほどの緊縮財政である北海道大学で高大接続事業を担当する部門も無く、経費支出は極めて限られる。以下、箇条書きに示す。

- ・成果発表：2018 年 5 月中旬の日本地球惑星科学連合年会に於ける一般部門の発表参加に対して学内基金などで経費支給。

参加者は 2017 年度受講生 10 名（口頭 1 件，ポスター 3 件，全てグループ研究）

- ・企画の展開：2018 年 7 月釧路湖陵高校に於ける北大留学生 TA 派遣

北大 SSP の広報の一環として例年 6 月頃に催されてきた北大留学生 TA と前述高校の生徒との研究議論。2018 年度も要請があり、北大 SSP で活躍した留学生 TA の希望者を派遣予定。

XI. 大学としての自己評価

高評価

- ・ 時間距離が本州両端と等しい北海道にて、ICT を活用することで遠距離の高校生にも研究機会を与えた。
- ・ 多数の教員関与を謳う他大とは異なり、僅か三人弱の体制で通信制研究室として機能させた。
- ・ 厳しい活動を経て、研究の怖さや危うさを受講生に実感させた。
- ・ 高校生部門ではなく、国際及国内学会の一般部門での発表を達成。

低評価

- ・ 研究アイデア出しに三か月間を要し、その後の学会発表までの期間に受講生の負荷が増した。
- ・ 高校生の PC スキル不足や家庭のネット環境の貧弱さを未認識のまま始めた。
- ・ 公立高校一辺倒という「高校(生徒)の多様性」が少ない北海道に於いて、従来の中等教育の「優秀さ」とは異なる評価軸での選抜は未完成。
- ・ これらの要因により、数値目標は約半分しか達成できず。

SSP 担当教員(コーディネーター1名, サブコーディネーター2名)はスクーリング時における講演だけでなく、日常的に受講生からの質問にメールや SNS を用いて回答し、指導する。加えて、基礎科学から応用科学まで、7 つ以上の学部及びセンターに所属する北大教員が適宜参加し、受講生の能力を磨く指導を行うことができた。時には、毎週ネット上で開かれる研究報告会に様々な研究者や実施担当者が参加し、直接研究内容に関する助言した。このように実施体制については非常にうまく機能した。また、グループ毎に外国人留学生をチューターとして配置し、外国人と英語によるコミュニケーションスキル向上をはかることもできた。

四年間の試行錯誤により、受講生に対して ICT を活用した理系研究・教育指導形式にめどを付けることができた。特に、

- 1) 自由度の高い課題設定による自発的な研究企画力の喚起
- 2) 単一実験ではなく、物理・化学・生物・地学が絡む複合的で、地球・惑星から顕微鏡まで含む北海道の地の利を活かしたマルチスケールな研究課題
- 3) グループとしての相互的研究評価に基づく個人の評価手法
- 4) 外国人留学生をチューターとして配置することによる英語での日常的なコミ

コミュニケーション能力の開発

5) 交通の便の悪さを克服するための ICT を用いたコミュニケーションの本格的な導入

といった理系教育形式を確立できた点は特筆すべき成果である。

こうした手法は、北海道の地域性と、北海道大学の持つフィールド科学という特殊性を活かす、あるいは不便さ克服するという観点から導入される色合いが強いが、これは人類が抱える今日的課題に直結する、他地域・他大学でも応用ができる汎用的手法である。全国及び国外に積極的に公開し、標準化を目指す意味があるものと考えてる。