

PBLとCDIOに基づいたこれからの技術者教育 ～ K.I.T. (金沢工業大学) 空間情報プロジェクトでの実践～

金沢工業大学 副学長 ライブラリーセンター館長 鹿田 正昭

皆さん、こんにちは。最後の講演ということで、だいぶお疲れになっているかと思うのですが、今日は貴重な時間を私に講演させて頂くということで、まずは測量技術協会の皆さま方に感謝を申し上げたいと思います。

プログラムを見ますと、地域活性化ワークショップというテーマがついておりまして、地域活性化ということでは、先程福島さんがお話されましたが、福島さんは地元密着型で地域を活性化するというので、お話を聞かれてお分かりになったと思いますが、空間情報分野でも非常に活躍されておりますし、私も何回も講演会でご一緒をさせていただいております。そういう意味で、私も今日は地域活性化ということでお話しさせていただきます。本学は金沢市の隣の野々市にありまして、最近では地方創生ということもあり、地元密着型としての教育研究に主眼を置いております。今日はその一端もご紹介したいのですが、私は3年前から副学長というポジションにおりまして、どちらかというアカデミックではない仕事、つまり、大学全体の教育とか、これからの戦略について色々考えなければいけないというエフォートのほうが大きくなってきてしまって、なかなか研究室の学生や院生の方とコンタクトを取るのが難しいという状況になっています。そこで、大学の教育というものが非常に大きく変わろうとしていることについて、本日こういうようなテーマとタイトルで、お話をさせて頂こうと思っています。

まず、最初にお断りしなければいけないのは、著作権等の関係で、皆さんのお手元にある資料にはないスライドもいくつか入っておりますので、それはご容赦頂きたいと思います。私も、もちろんアカデミックなこと少しはおこなっております、主にGNSSとか、最近ではレーザの関係の研究もおこなっているのですが、それはやはりご紹介しないわけにいけないので、最後の方に少しご説明したいと思っております。

ここに来られている参加者の名簿を見させて頂いた

のですが、ほとんどが測量・コンサル系の会社の方で、今後、人材を育てていくという立場の方が多くと思います。そういう意味で、今後、大学というものはどういった人材を育てていかなければいけないのかということも含めて、国から大学教育、高等教育に対して、非常に厳しい要望もあり、今後はドラスティックに変えていかなければならないということが起きております。皆さまは直接、人事というか採用とは関係がないかもしれませんが、今後どういうふうに育った学生たちが技術者として世の中に出て行くかということも含めて、前半の方では、その一端をご紹介できればと思っております。会場にはよくお会いする石川県ご出身の方々、北陸を含めて色々なところから来られている方もおられますので、少し大学の現状をご紹介させて頂いてから本題に入りたいと思います。

私どもの大学ですが、昭和32年、1957年に北陸電波学校というものが母体となって発足をいたしまして、大学ができたのは昭和40年、1965年になります。従いまして、もう50年以上たっているわけですが、いわゆる私学ですので、建学の綱領というのがありまして、それが人間形成、技術革新、産学協同の3つです。

人間形成というのは、もちろんどの時代においても重要なことで、当時こういうことを目標に置いたというのはよく分かるのですが、今から50年前に技術革新とか、産学協同という言葉在建学綱領に入れたというの

建学綱領と行動規範	
建学綱領	KIT-IDEALS (行動規範)
高邁な人間形成 大学の教育の目的が知性、感性、徳性を養うことにあるとする信念のもと、我が国の文化を探究し、高い道徳心と広い国際感覚を有する創造的で個性豊かな技術者・研究者の育成を目指す。	K Kindness of Heart 思いやり的心 私たちは「果敢、感謝、謙虚」の心を持つことに努め、明るく公正な学びの場を実現します。
深遠な技術革新 確かな基礎学力の育成を基本において、我が国の技術革新に資すると共に、世界の科学技術発展に柔軟に対応する技術者・研究者を育成することを旨とする。	I Intellectual Curiosity 知的好奇心 私たちは「博識、自覚、徳志」を身につけることに努め、探究に導く先駆者の端を実現します。
雄大な産学協同 我が国の産業界が求めるテーマを積極的に追求し、広く開かれた大学として地域社会に貢献することを旨とする。	T Team Spirit 共同と共創の精神 私たちは「自律性、協働性、柔軟性」を持つことに努め、共同と共創による成長を遂げる改革を推進、推進します。
	I Integrity 誠實 私たちは、誠実であることも大切にし、共に学び喜びを実現します。
	D Diligence 勤勉 私たちは、勤勉であることも大切にし、自らの向上に努力するを志願します。
	E Energy 活力 私たちは、活潑であることも大切にし、達成や発展の喜びを実現します。
	A Autonomy 自律 私たちは、自律することも大切にし、一人ひとりを信頼し、尊重します。
	L Leadership リーダーシップ 私たちは、チームワークを大切にし、自分の役割における自覚と責任を保持します。
	S Self-Realization 自己実現 私たちは、自分が目標を持つことも大切にし、未来に導くようになるべく自ら、自らに挑戦することに努めます。

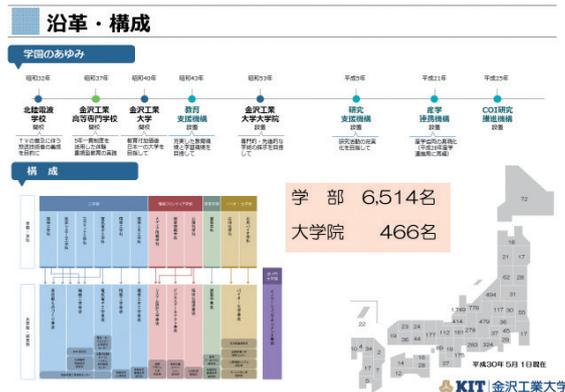


は、私はなかなか創設者というのは先見の明があったのではないかなというふうに思います。産学協同というのは、今の時代においては産学連携とか、企業と大学は一緒になってやりなさいとか、散々色々なところでは言われていますが、50年前にこういうことを目標に立てて、学生の育成を始めたということは非常に素晴らしいことではないかなと感じています。

本学はメインキャンパスが野々市市、ここから6kmほど離れたお隣の野々市市ですが、来られた方もあるかと思えます。あと、白山市八東穂に研究所を中心としたキャンパスがあります。ここは大学院生が主に活動をしております。あと、今申し上げた人間形成をするための、セミナーハウスが新潟県の池の平と、石川県の能登半島の穴水にあります。さらにこの3月に白山麓にキャンパスを開設いたしました。また、東京には社会人を対象とした1年制の大学院があります。

3月に竣工しました白山麓キャンパス、実は空間情報と非常に密接な関係がある施設を1つ持っております。この3月まで金沢高専と称していましたが、4月から名前を変えまして国際高専と名称を変更いたしました。この国際高専と、もう一つは金沢工業大学イノベーション、地方創生研究所、SDGs推進センターというのを開設しております。学長が所長をしておりまして、副学長が2人おりますけれども、私も所員の中に入りまして、地方創生ということで産学連携の活動はここに切りつつあるということです。

国際高専ですが、国語の授業を除いて全部英語でしております。数学も物理も、もちろん英語は英語ですが、いわゆるグローバルな人材を育てていこうということで、専門科目も含めてすべて英語で授業をしております。国際高専の学生は3年後には金沢工業大学に編入学をしてくる可能性がありますので、大学として



も3年後を目途に、授業は英語でも可能になるようにということで、いま準備をしているところです。そのようなグローバルな人材も育成するということを心掛けておこなっております。

先程も申し上げたところですが、学生の人数は、学部生が約6,500名、大学院が約400名で、約7,000名おります。学生は、石川県がもちろん多いのは分かりませんが、石川県を除くと75%ぐらいが他県から来ております。北海道から沖縄まで、全国から集まって来られている大学です。4学部12学科ありまして、大学院はそれぞれの学科にリンクしていて博士課程まで持っております。ここはちょっと細かい数字なのですが、教員は5月1日現在、332名で運営をしております。

先程も申しましたように、文部科学省は中央教育審議会での議論をかなり前からおこなっておりまして、いわゆる日本には大学が多過ぎるわけです。約700校があるわけですが、今後18歳人口がどんどん減っていきますので、これをどうしようかということになるわけです。少しさかのぼりますけれども、その原点は平成20年に中央教育審議会の大学分科会で、大学が有する機能というものを、7つの項目に分類して公表しております。

大学の機能別分化の促進

文部科学省の方針

大学が有する機能

- ①世界的研究・教育拠点
- ②高度専門職業人養成
- ③幅広い職業人養成
- ④総合的教養教育
- ⑤特定の専門的分野(芸術, 体育等)の教育・研究
- ⑥地域の生涯学習機会の拠点
- ⑦社会貢献機能(地域貢献, 産学官連携, 国際交流等)

中央教育審議会大学分科会 (第73回) H20.12.16

大学の機能別分化の促進

国立大学3グループの主な評価指標

- 卓越した教育・研究を推進する大学
 - ・大学院生の海外派遣 など (H28:16大学)
- 分野ごとのすぐれた教育・研究の拠点となる大学
 - ・国際共著論文 など (H28:15大学)
- 地域のニーズに応える人材育成や研究を推進する大学 (H28:55大学)
 - ・学生の就職率
 - ・地元企業や自治体との連携
 - ・地域の小中高校の教育などへの貢献

2016年度から開始

KIT 金沢工業大学

その中で地方にある、例えば私どものような石川県というか、北陸にあるような大学については、どうしても赤くしてある6番目、7番目、こういったところに支柱を置いて研究も教育もやっていかなければならないということが、かなり前から言われております。これは、国立大学の3グループ化ということで、富山大の竹内先生の基調講演でお話もありましたので、よくご存じだろうと思うのですが、国立大学を3つのグループに分けましょうということで、2016年から大学がどれかに属してやっていくということで、3つを挙げております。これは平成28年のデータですので、大学の数は変更になっているかもしれませんが、このような3つの分類になっています。そこに目標を立てて、おこなっているということです。

その中でも、やはり地域発展とか、地元企業や自治体と連携しなさいとか、地域のニーズに応える人材をつくりなさいというようなことを盛んに申しております。特に直近ですけれども、今年の6月に2040年に向けた高等教育の将来像というのを中央教育審議会が答申をいたしました。2040年というのは何かと言いますと、今年生まれたお子さんが大学生になる時になります。今年生まれた子どもたちが大学生になった時に高等教育はどうあるべきか、ということを文部科学省が今年の6月に公表をいたしました。それがここに書いているSDGsです。よくご存じの方もおられると思いますが、持続可能な開発のための目標というものを、いま国連が公表しております。政府は盛んにこれに取り組んでおります。

それからSociety5.0、第4次産業革命。こういうようなものに新しいアイデアや構想ができる人材を育成しなければならない。そして人生100年時代に入ってきましたので、生涯にわたって切れ目なく学んで活躍でき

SDGs (持続可能な開発目標) と地方創生

SDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) とは、国連に加盟する世界193か国が合意した17の目標、169のターゲットのことです。貧困等の途上国を中心とした社会課題の解決のみならず、気候変動等の先進国・途上国共通の社会課題の解決を含め、2030年までに達成すべき目標が設定されています。従って、SDGsを達成することは、身近な課題と地球規模課題を同時に解決する中で、地方創生を実現していくことでもあるのです。



KIT SDGs Reportより引用

KIT 金沢工業大学

る、そういう人材をつくりなさい。先程ご紹介したようなグローバル化もです。もちろん、日本の国内だけでは駄目ですので、海外で活躍できるような人材を育てる必要がある。そして地方創生。もちろん、地方が活性化しないと、国が活性化しないですから、そういうようなことを中間まとめとして平成30年6月に発表いたしました。

つい数日前に今度は総合政策が発表されまして、今日の日経新聞の社説はまさにそのことが、掲載されていますので、今日の日経新聞をお持ちでしたら、社説を見ていただきたいと思うのですけれども、大学教育のことが書かれています。そういうようなことから、本学としてもSDGsというSustainable Development GoalsのSとDとG、そしてGoalsのsを取ったSDGsというものを、盛んにいま大学の教育の中にも取り込もうとしております。

ちょっと小さくて見えないかもしれませんが、17色の色が付いた丸い輪のバッジを付けておりますが、これがSDGsのバッジでして、このバッジをテレビに出てくる人物も付けているのをご覧になったかもしれません。つい最近、大阪万博が2025年に決まったということで、あれはフランスのパリでしたか、大阪市長、経団連の会長など、全員がこのSDGsのバッジを付けておりました。そういうふうな、国を挙げていろいろな分野でこれに取り組まなければならないということを言っております。

SDGsは、すでにご存じの方にはよくお分かりのことだと思いますが、国連が世界の193カ国が合意した17の目標と169のターゲットを設定いたしまして、誰一人取り残さない世界をつくらなければならないということを提唱しております。SDGsを達成するというのは、ものすごく大きな世界の話かということなのですが、

実は身近な話が非常に多くて、本学でも各学科がSDGsの17の目標に対して、何に貢献できるかということをクリックしまして、カリキュラムを変えているところです。そのぐらい、やはりSDGsが大きな目標になっているということです。

手前味噌なのですが、このSDGsに私どもの大学はもう数年前から、これだけ盛んに言われる前から取り組んでおりまして、昨年の12月ですが第1回のジャパンSDGsアワード賞というのを大学で唯一、国公立700幾つある大学の中で、唯一本学がこのSDGsアワード賞というのを受賞することができました。首相官邸の写真がありますが、本学の大澤学長が受賞式に臨んで受賞しました。それからSDGsレポートですが、実はこの賞を頂く基になったK.I.T. SDGsレポートはすでにつくられておりまして、これに従って教育も研究もおこなっているということが評価されたということです。

第1回「ジャパンSDGsアワード」受賞

安倍総理大臣を本部長とするSDGs推進本部から大学として唯一
第1回「ジャパンSDGsアワード」SDGs推進副本部長（内閣官房長官）賞を受賞。



小さくて皆さんには見えにくいのですが、これは本学12学科と、それから基礎教育がありますが、その課程が17のSDGsの項目に対して、どこが一番密接に関連しているかということを示した図です。例えば、私はいま環境土木工学科にいますが、環境土木工学科は9番と11番と13番と14番にリンクしました。9番というのは、産業と技術革新の基盤をつくろう、11番は住み続けられるまちづくり、13番は気候変動に具体的な対策を、14番は海の豊かさを守ろうということで、いわゆる土木の世界と非常に密接に関係しているということでリンクしております。他に機械だとか、電気だとか、情報だとかというのはそれぞれの分野についてリンクし、それらについてのカリキュラムを今後、徐々に改定をしていこうと、こういうような動きをしております。

SDGsが求める先の世界がSociety5.0ということに

なっております。Society5.0というのは恐らく、皆さんも第4次産業革命、Society5.0というのはよくお聞きになっている言葉だと思います。本学がSociety5.0、SDGsに対応するどうという研究と教育をおこなっていけばよいのかということに2年ぐらい前から、学長と周囲の方々と色々と検討をしております。その中で、社会実装型研究ということで、これも本学のHPでご覧になっていただきたいのですが、例えば、空間情報というキーワードが一番上の真ん中の上のところに出ております。それを取り巻く地域産業とか、エネルギーとか、ICTの基盤とかありますが、これをご覧になって頂くと、3Dの地図の話だとか、もちろん空間情報であるとか、ドローンで計測をするとか、そういうようなことがあちこちにちりばめられております。ということは、皆さん測技協を含めて、空間情報に携わっている方々というのは、今後のSociety5.0の中の基盤政策において、また、基盤のインフラを作る上において、非常に重要なポジションにいるということになると思います。我々としては後ほどご紹介しますが、レーザーワーキングを含む空間情報プロジェクトというのを10年ぐらい前に立ち上げまして、そのプロジェクトの中で色々なことをおこなっていますが、そういうようなことが10年目にして、今こういうSociety5.0とか、SDGsというようなものとリンクをし始めたところなのです。

具体的には、これは空間情報プロジェクトではないのですが、実際に本学でいま現実に行っている社会実装の実験としては、地元の北菱電興さんというところと一緒に、情報だとか、土木もちょっと関連していますが、電気、電子とか、心理情報の方もそうですが、その辺が関わっているイチゴの栽培です。ハウスでのイチゴ栽培について、AI、それからロボットを使って、通常だと十数名が携わっているところを、数名で実施できるということです。それから、AIで温度のコントロールも全部やりましょうとか、ハウスの横に流れている小さな小川で、小電力発電機を使って、ここで使う電気は全部、小電力発電で作らしよう……というような形で、いま現実に行っているプロジェクトです。

それから、野生動物との共創ということで、白山麓にキャンパスを持ったことによって、白山麓という金沢から約1時間半ぐらいですか、山奥にあるわけですし、野生動物がたくさん出るところです。良いにつけ悪いにつけですが、そうすると、白山麓にキャンパスを作っ

て、学生たち、あるいは地域の人たちと共創していこうという時に、やはり野生動物との共創を目指した獣害対策の社会実装ということで、これも実際に情報の先生とか、ロボティクスの先生が動物の見える化だとか、ロボットでイノシシを畑から追い払うというような実証実験というものを行っているところです。

そういう意味で、ICTとかAIとか、ビッグデータ、こういうものを活用したスマート農業というようなことについても、このHPそのものは経産省から持ってきたものだと思うのですが、こういうような考え方をもって、いわゆる社会実装で、Society5.0とか、SDGsというもの念頭に置いた産学連携の研究、そしてそれに携わるための必要な教育をしていこうというのが本学のいま大きな特徴になっております。

もう一つが、これも後ほどお話をいたしますが、今日は計測系の方も多いので、2年前に国土地理院が地上型のレーザ計測マニュアル案を17条申請ということで、公共測量に使えるように策定したわけですが、その元となった実証実験は本学で行った、いわゆる空間情報プロジェクトの中の一つのワーキンググループが行った実証実験データが使われたということになります。どうしてそういうことが本学の中からできてきたのかというと、これも後ほどご紹介する、空間情報プロジェクトに関係します。先程からご紹介したプロジェクトは3つぐらいですが、本学ではそういうようなプロジェクトが今100幾つ動いております。恐らく120~130はあるのではと思います。そういうようなプロジェクトができる経緯と言いましょか、それが今日のタイトルにさせて頂いた「PBLとCDIOに基づく技術者教育」ということになります。

PBLというのは、Project-Based Learningという意味です。それからCDIOはProject-Based Learningと同じような意味合いを持つ単語ですが、そういうようなことに基づいた教育というものをやってきております。それは何かと言いますと、Active learning (AL) という言葉をよくお聞きになると思います。最近では小中高校どこでもALというものが流行になっております。このALというのは5~6年前から盛んに言われるようになってきており、私どもの大学では実は平成7年以降からこのALというものを意識して取り組んでおります。なおかつ、一般的なALというのは、いま世間でよく言われているALですが、本学では河合塾が定義し

一般的ALと高次のAL (河合塾定義)

- 一般的AL
知識の定着と確認を目的とした演習・実験等
- 高次のAL
知識の活用を目的としたPBL、創成授業等



金沢工業大学では……

- 一般的AL
あらゆる授業に取り入れる
- 高次のAL (プロジェクトデザイン教育)
PD入門、PDI、PDII、PD実践、PDIII

KIT 金沢工業大学

たALを転用し、本学のALが高次のALだというふうに定義しました。いわゆるProject-Based Learningの中身を授業の中で1年生からずっと教えていく。その学生たちがそういうプロジェクトの中にどんどん入っていけるような土壌をつくってあげるといふか、そういうふうに行っている教育ということです。高次のALを私どもの大学では、プロジェクトデザイン (PD) というふうに言っております。これは昔、工学設計と言ったり、エンジニアリングデザインと言ったり、創造実験と言ったり、名前は幾つか変遷しましたが、いま最終的にプロジェクトデザインというふうに名前を付けております。

通常、大学のHPだとか、あるいは学生募集のチラシや要項を見ますと、大体は学部が幾つあって学科が幾つあって、それはこんなカリキュラムでやっていますと、というようなものが恐らく最初に出てくると思うのですが、実は本学ではそういうものをあまり出してなくて、教育の支柱としてこのプロジェクトデザイン教育というものをメインに据えています。1年生に入ってから4年生で卒業するまで、ずっとプロジェクトデザインの必修科目があります。普通の大学ですと卒業研究というもの4年生になるとあります。恐らく皆さんの大学時代では、卒業研究とかあったと思うのですが、実は本学は卒業研究というのはありません。プロジェクトデザインⅢという呼び方をしております。

つまり、先程ご紹介した、いわゆる学生たちが創造力を使って問題を発見してから、それを明確化して、アイデアを創出して、それを選定し具体化して、ダメだったら一つ戻って、もう一回やり直して、という考え方を1年生の時からずっと、繰り返し、繰り返し教えるというようなことをしております。こういうことをすることによって、すんなりと色々なプロジェクトに入っていくことができますし、自らそのプロジェクトを立ち上げて、

プロジェクトデザイン (PBL)教育のプロセス



実行していきたいということになります。例えば、ロボットのコンテストに出るとか、鳥人間のコンテストに出るとか、目立つのがいっぱいありますが、それはそれとして、その他にも本学では先ほどご紹介したようにたくさんのプロジェクトがあり、それを学生が自ら考えて、行動を起こしていくという、そういうスタイルの教育を心掛けています。

今、ご説明した教育で、国際的な標準になっている学会が2010年にできました。それがCDIOイニシアチブという国際学会です。いわゆる工学教育の方法を研究する国際学会です。CDIOというのは、ConceiveとDesignとImplementとOperateという、この4つの単語の頭文字を取っているのですが、まさに先程ご紹介したようなプロセスです。このプロセスでは、最終的にはOperateまでして確かめなさいということで、これは工学系教育の世界標準と言われております。日本語にすれば、考え出す、設計する、行動する、操作して運営をするということになります。2000年にMITとスウェーデンの大学が協力して創設した国際学会です。学会が提示したシラバスとCDIOスタンダードというのがありますので、このCDIOシラバスとCDIOスタンダードに合格をしないと、入会することができません。そ

れで、私どもの大学はもう8年、9年ぐらい前にチャレンジをいたしまして、CDIOイニシアチブから認証された教育を今、実施しているということになります。

これは少し古いデータですけれども、平成29年1月現在で、世界で137の大学がCDIOに認定されて、この教育を実施しているということです。日本では長らく本学と国際高専しか会員でなかったのですが、ようやく去年あたりから、北海道情報大学だとか、あるいは幾つかの高専がチャレンジをして、入会を認められている状況になっています。

今年の6月から7月にかけて、本学で世界大会を開催することができました。そういう意味では、CDIOに貢献できたのかなというふうに思っております。これは大会の様子なのですが、今回の大会は30カ国から300名以上の方が集まって開催されたということになります。私が大会の実行委員長を任命されたものから大変だったのですが、これを運営したことによって、CDIOに対する色々な勉強もできましたし、日本の教育を世界に知らしめるということもできたので、よかったのかなというふうに思っております。

もう一つは、CDIOで学生たちはどういう勉強というか、メリットというか、学習をしていたのかと言いますと、CDIOアカデミーというのがありまして、CDIO本体は教育者である大学の教授の方が中心ですが、CDIOアカデミーというのは学生が運営をするものです。今回のCDIOアカデミーの参加者は50人で10カ国から参加してくれました。実は、日本人は1人しかおりませんで、残りは全部日本人以外でした。では、本学の学生は何をしたかという、5名で1チームなのですが、このチームのコーディネートを、バックアップをするということで、本学の学生が50名ほど参加しました。多国籍なので共通語は英語ということで決めて

CDIOイニシアチブの概要と目的

プロジェクトはCDIOイニシアチブと呼ばれ、「CDIOシラバス」という卒業生に求める知識・スキル・態度をまとめたものと、「CDIOスタンダード」という工学教育のフレームワークを示した2つの基本文書に基づいて実施される。

金沢工業大学のプロジェクトデザイン教育はまさにこの考えを平成7年（1995年：工学設計）から取り入れている（CDIOは2000年に開始）。



いましたので、学生たちも全部英語で会話しなければならないということで、その辺でも非常に勉強になったということです。

CDIOアカデミーのテーマですが、今回はドローンをやりました。テーマが「What kind of future will drones bring, and how will they affect our daily lives?」というタイトルですが、日本語で言うと、「ドローンが開く未来」という、ドローンとの共存が可能かと、そういうテーマでして、一般の教育では、デザインして考えて設計するところまでやりますが、そこからドローンを使って飛ばして、自分がやろうとしたことが完成したかどうかということまでを実行する、というのが先程のCDIOのO（オペレート）をするということです。



この写真は、実際に設計したドローンを飛ばしているところです。ドローンを使うだけではなく、そのドローンの下部に自分たちが設計したアタッチメントを付けて、何らかの作業をさせるという、そここのところを設計して、実際にオペレート（飛行）をして、うまくいかどうかということを検証したということです。最終的に100%完成したのは半分ぐらいだったのですが、幸い10チームが全部うまく飛ばすことができ、目的を達成することができました。このようなことが、学生たちがあまり意識せずにできるようになるというのが、いわゆるPBL教育の成果であろうと思います。

もう一つは、Active learningの中の反転授業なのですけれども、これも本学では積極的に取り入れておりまして、これは私が実際におこなっている授業の中での説明事例です。皆さんが大学時代に授業を受けた時は今日の講演のようなスタイルで、先生が黒板の前に立って、一方的にしゃべっていくという形式だと思うのですが、反転授業というのは講義を行いません。

反転授業の様子（座学）



講義は行わないで、事前にe-learningだとか、他の手法を使って事前学習・予習をしてきて、講義の中ではすぐに試験とか演習をやります。その試験や演習をおこなうことによって、自分の予習がどれくらいできたかということを確認する。これは実際の測量のアニメーションを使ったe-learningの教材です。これを使って学習していきます。授業の中で、学生が学習内容を理解できたかということをまず先生が確認しまして、その学生がこの学習内容を完全に理解しているということを先生が確認をしたら、その学生とチェンジをします。そうすると、今度はこの学生が先生役をやります。というように、いわゆる教えるということが一番学びを得ることになります。これはラーニングピラミッドと呼ばれる図式の頂上にあるもので、教育に関する研究の中で明らかになっている事実です。

この方法で、だんだんチューターが増えていきまして、チューターは例えば10名とか8名とか限定するのですが、その学生（チューター）たちが分からない学生を教えるということで、授業が進行していきます。この写真は学級崩壊しているわけではありません。分からない学生に分かっている学生が積極的に教えるという雰囲気が醸成されていきます。これが高次のActive learningの一つの例だと思います。私は今、ライブラリーセンターの館長をしています。ライブラリーセンターにナレッジスクエアという場所を作りまして、授業の中で足りなかった分はそこへ行って、チューターになった学生が教えるということをしています。例えば各学科のチューター学生の写真が掲示してありまして、何曜日に誰が教えていると皆が分かるようになっています。こういように、チューターへのインセンティブを与えるようなこともやっております。

本題の方に移りますが、空間情報プロジェクトについてご紹介をしたいと思います。空間情報プロジェクトが何故できたのかという背景ですが、先程もご紹介しましたように本学では平成7年から、PBLとCDIOに基づいた教育手法というのを実施しております。その中で、平成17年ですが、この時は空間情報系の先生方だけで勉強会をつくったのですけれども、その後に企業の方にも入って頂いて勉強会を実施してきたということです。そこに学生も入り、職員も入るとい、そういうスタイルで、どんどん色々なワーキンググループが立ち上がっていきました。

K.I.T.空間情報プロジェクト（平成23年正式発足）

地元建設コンサルタント企業との連携から空間情報分野のイノベーションを実現



これは平成23年の写真ですが、レーザ計測ワーキンググループができた当初のものでして、左の写真には企業の方、それから教職員、学生、みんな入り交じって、色々な討議をしています。その中で「せっかくレーザ計測ができるのにマニュアルがないね、公共測量に使えないね」ということで地元の企業の方に声をかけて、一緒に検証してマニュアル作りのデータを作っていきましょう、というようなことが自然発生的に出てきたということです。現在、K.I.T.空間情報プロジェクトは、マニュアルワーキンググループ、もちろんここが一番密接に関係していますが、空間情報セミナー、カメラキッズ、BIM/CIMのワーキンググループなどもあります。また建築の学生が月見光路と称し、石川県しいのき迎賓館前で明かりのオブジェをやっていますけれど、あれに関連しているものとか、現在、私がおこなっている徘徊の事故防止ワーキンググループとか、こういうものが色々活動しております。

現在の空間情報プロジェクトの構成は、私を含めて、建築それから電気の先生も入っております。事務職員の方にも入って頂いているということです。この講演会に来られている方に一番密接に関係するのは、TLSの

地上レーザ計測(TLS)マニュアルWG

「公共測量作業規程の準則」への掲載を目指して

トータルステーションや衛星測位などによる公共測量の方法等を定めた「国土交通省公共測量作業規程の準則」には現時点で地上型レーザ計測は含まれていない。そこで、筆者らが同型機を持っている地域企業に働きかけて指導をおこない、**マニュアル(案)の作成**を行った。
マニュアルは2014年11月に国土交通省国土地理院に仮提出し、2015年4月に修正意見に関する補備実験を実施し、同年11月に内容に関する了承を得た。今後は計画機関(自治体)が公共測量作業規程の準則第17条に則って作業機関に発注可能となる。平成28年7月、**石川県が17条申請による作業を発注**。
平成29年3月国土地理院が地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)を制定



地元企業(9社)との共同実験



国土地理院へマニュアル案を提出
KIT | 金沢工業大学

マニュアルワーキンググループです。合計6回の実証実験をおこなひまして、国土地理院に掛け合っ、実証実験を実施したのだからマニュアルを作ってください、みたいな話ででき上がったのが平成29年の3月で、地上型レーザの公共測量マニュアルができたということになります。

カメラキッズ

学部生・院生が空間情報技術を小中学生へ

「カメラキッズ」とは、平成17年から金沢工業大学と(公財)野々市市情報文化振興財団(情報交流館カメラ)が連携し運営する事業プログラムである。事業内容は、**野々市市内に在在する小学生を対象に身近にある科学を遊びながら実体験して科学のおもしろさを知り、アイデアを形にするための道具としてパソコンを使用し、子どもたちの創造力や発想力、表現力を養うプログラムである。**



カメラキッズプログラム(2016)

KIT | 金沢工業大学

カメラキッズというのは地元野々市の小学生に対して、空間情報の技術を教えることで、これも学生が主体に活動していて、先生は一切タッチしていません。立案からすべて学生が運用しています。

活動はもうすでに終わったのですが、「みちびき」が打ち上がった当時、あの当時はLEXと称していましたけれども、LEX信号が本当に高速道路で受信できるのかとかいうような問題があっ、全国各地で実証実験をおこなったわけですが、これも空間情報プロジェクトの中でいくつかの実験を実施しています。また今も活動していますが、BIM/CIMのワーキンググループというのがありまして、これも定期的に活動しています。

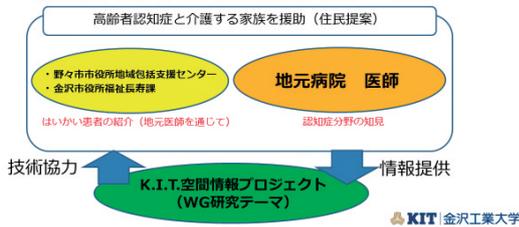
徘徊による事故防止ワーキンググループというのは、つい最近、平成28年に立ち上がりまして、地元のお医者さんや病院に入って頂きまして、徘徊老人のプロファ

はいかいによる事故予防WG

産学官民連携によるはいかい事故防止対策の提案

はいかい事故は患者を自宅介護する際に発生するものがほとんどである。自宅介護では常に患者を監視することが困難であるが、既存の「位置情報サービスシステム」では通信費やシステムが高価であること、個人情報が増える危険性がともなう。そこで、安価で家族のみではいかい見守りができるシステムを産学官民で構築する。

「空間情報」を用いた「はいかい事故防止」のイノベーション



空間情報セミナー

「空間情報」をキーワードに、産学官が連携し様々な情報を提供する場や、異業種交流の場、さらには産学連携、企業間連携によるワーキンググループや、産学連携による人材育成の場を通じて、空間情報分野におけるイノベーションを推進する。

空間情報のプロが最新の話題を提供！

回	日	日時・プログラム内容	会場
第1回	5月25日(金)	14:00~17:30 ●国土院 鈴木 善 様 ●国土院 白井 聖樹 様 ●国土院 加藤 誠 様	1-2号館4F フロンティア・スペース イノベーションホール
第2回	7月27日(金)	13:00~17:30 ●伊藤 英広 様 ●伊藤 孝治 様 ●堀野 泰介 様	
第3回	9月28日(金)	14:00~17:30 ●株式会社パソコ 沼野 隆治 様 ●株式会社 田中 隆人 様 ●東大 志山 茂樹 様	
第4回	11月30日(金)	14:00~17:30 ●株式会社(株)加藤 加藤 謙 様 ●株式会社GEOソリューションズ 加藤 仁志 様 ●東大 沼野 隆治 様	
第5回	1月25日(金)	14:00~17:30 ●S-Gコンサルティング株式会社 安藤 隆博 様 ●株式会社(株)フロンティア エス 伊藤 智 様 ●株式会社 中野 真吾 様 ●国土院・大分県庁による研究結果発表	

空間情報セミナープログラム(2018)



イリングを空間情報の技術を使って、位置情報と合わせて事故防止をしよう、というテーマです。

それから、空間情報セミナーですけれども、実は明日、今年度の第4回目が開催されます。去年でしたか、先程の講演者の福島さんにもこのセミナーでお話をさせて頂きました。これを年5回、奇数月の第4金曜日の原則2時からということですので、もしこの中でご興味のある方がおられましたら、奇数月の第4金曜日の午後2時に本学へ来て頂ければ、必ず空間情報セミナーを開催していますので、いろんな方のお話が聞けるということになっています。

マニュアル策定の取り組みはもう色々とお話をしましたが、スタート時点はレーザ計測という、便利なものがあるのに公共測量に使えないというのはおかしいではないか、というのが地元の企業の方々から出てきて、やはりマニュアル作りをする必要があるよね、というようなことからスタートしました。最初の頃はアンケートもしました。その回答で、レーザは使いたいけれども、マニュアルがないからよく分からないとか、公共測量に使えないからあまり使いませんとか、そういうようなことを調査した上で実験を始めました。プロジェクトで非常にうまくできたことは、その当方で12

機種13台のTLSを本学へ持ってきて、グラウンドを使って13台同時に同一の対象物を計測するとか、そういうようなことができたわけです。このところがプロジェクトを立ち上げた際の非常に大きな強みでして、1つの機種で1回だけ実施したデータというのは、なかなか信頼性がないということで、これだけの機種が一斉に同じものを測るということによって、かなり色々なデータが取れたということになります。

結果として、6回の実証実験をおこないました。これについては、マニュアルワーキンググループの方が色々ところで実験結果を発表していますし、論文などでも発表しましたので、ご覧になった方もおられるかと思えます。これだけの裏付けをもって、地理院にも何回も出かけてマニュアルを作ってください、という働きかけをしたということです。

また、自治体の方にもその都度行きまして、実はこういうことができますということを、当時、石川県、金沢市、小松市にアピールに行ったりしました。最終的にはマニュアルが完成したのですが、実はマニュアルは完成したけれども、機械はどんどん新しくなりますし、まだまだ問題があります。昨年度から国土院と金沢工業大学およびマニュアルワーキンググループが研究協定を結びまして、1年間共同研究をおこないましたが、さらに2年延長して、今年度、来年度と新しい検証を始めます。これは本学の白峰にあるキャンパスの近くののですが、実際にでき上がった公共測量のマニュアル案に準拠して、それを複数の機種でデータを取って、マニュアルどおりの働きができていのかどうかということを、検証をしているところです。

実験は昨年10月5日にこのような状況で1回目を実施しまして、今年もこの10月14日に実施しました。今年度の実証実験は終わりましたが、今後どうしてこう

地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案) 準拠の実証実験

国土院と金沢工業大学空間情報PJ地上レーザ計測マニュアルWGとの協定に基づく共同研究

国土院より平成29年3月31日付で制定された「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)」に準拠して作業する際の課題及び改善点の抽出を目的として実施。

実験場所：石川県白山市白峰 地内(白峰温泉総湯周辺)
実験日時：平成29年10月5日



地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案） 準拠の実証実験

国土地理院と金沢工業大学空間情報PJ地上レーザ計測マニュアルWGとの協定に基づく共同研究



KIT 金沢工業大学

かということで、先程からのSociety5.0とか、SDGsの話も出てきましたので、これからそういう色々な変化に合わせて地上のレーザ計測も変わって行くだろうというようなことを想定しております。その中に空間情報プロジェクトをどういふふうに埋め込んでいこうかということを考えているところです。特に白山麓キャンパスに地方創生研究所ができて、そこにSDGsセンターもできましたので、そういうところをうまく活用して、もう少し先進的に進めていきたい。SDGsについても、センターの方と連携をしながら取り組んでいきたいと思ひます。



スライド下の真ん中の写真がチャレンジラボというところですが、チャレンジラボというところは、学科・学年に捉われずに学生たちが集まってきて好きなことをやっってください、というラボです。これはSRIとMITのメディアラボを参考にして作りました。ここに、学科も学年も関係ない学生たちが集まっています。要するに、1つの技術だけでは物事が解決できない状況になってきていますので、土木の学生と情報の学生と建築の学生と心理の学生が一緒になってプロジェクトを実施するというような場（チャレンジラボ）をつくって、すでに活動を行っているというところではあります。

データドリブン時代における地方創生（空間情報プロジェクトの新展開について）

里山都市における新しい豊かなライフスタイルを創造



生態系の基礎となる里山都市データの収集・提供・蓄積に基づき、3つのLayerを整備し、里山都市に求められる機能の「本質」を導き出す。

Kanazawa Institute of Technology Confidential

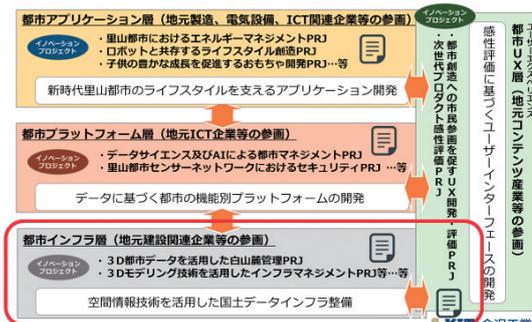
KIT 金沢工業大学

実際に3Dデータが白峰で取れていますので、そういう意味ではレイヤー1はもうできたわけです。レイヤー1の都市データというのはもう取得できた。そこに対して、上層部となるレイヤー2とか、レイヤー3。こういうものをどのように展開をしていくのか。デジタルスマートシティという話が出てきました。それから万博が2025年にあります。万博の2025年の都市は、恐らくデジタルスマートシティを目指してつくると思ひます。ゼロからですので、すべてものをあそこに盛り込むことは恐らくできると思ひます。したがって、車は全部、自動運転にするとか、色々な案が出てくると思うので、大阪万博の2025年は更地につくりますので、何をやってもできますが、現実に金沢とか、野々市というところをデジタルスマートシティにするにはどうしたらよいかということになると、そのベースになるのはいわゆる3Dのデータ。皆さんの技術力というようなものは絶対に必要になってくるのでは、というようなことを思っています。そういう意味で、都市インフラ層はできたので、その上に色々つくっていききたいなというところを、プロジェクトメンバーおよび他の人たちとも一緒に相談をしながら考えているというところではあります。

これについては幸い、文部科学省のブランディング

データドリブン時代における地方創生（空間情報プロジェクトの新展開について）

文部科学省研究ブランディング事業による都市データ収集



KIT 金沢工業大学

事業、文部科学省のブランディング事業という、最近ちょっとイメージが悪いのですが、このブランディング事業の資金を使って、新しいスマートシティだとか、そういうようなことに取り組んでいきたいというふうに思っています。そういう意味では、昨年と今年実施しました白峰の成果もこのブランディング事業を使って、ある程度計測を実施させて頂いたというところもあります。

最後に、最近の研究室の取り組みについて、少しお話をしておきたいと思います。先程一部ご紹介しました徘徊による事故防止のプロジェクトですが、これは皆さんご存じのように、民間の通信会社とか警備会社ももうすでに徘徊をしている方たちに携帯電話なり、専用機を持たせて、何処に何時いるのかというのは自動的に分かるようにはなっております。実はどうしてこんなことをやろうと思ったかという、これもPBLというかCDIOの基礎みたいなものですが、地元野々市の、ある住民の方が空間情報セミナーに来られた時に、自分の家族に徘徊の老人がいるが、某会社の装置を使うと初期投資に何十万円も費やし、しかも通信費が毎月何万円かかり、とてもじゃないけど使っていけないので、もっと安くできませんか？ というようなお話があったわけです。それに対して、では何かできないかということで、ロガーを使うのですけれども、5,000円ぐらいで買えますので、5,000円でロガーを買ったら後々の投資は要りませんし、パソコンの解析を家族ができて情報も漏れないということからスタートしました。ただそれだけだとあまり価値がないということで、徘徊する人たちのプロファイリングというようなものも含めて、空間情報と関連して研究しようということ。実は地元の自治体に色々と相談をすると、地元でこういうことを専門にしているお医者さんがいますよ、というような情報が入ってきて、それで今、地元の病院のお医者さんと一緒にプロファイリングも含めて解析をするということをプロジェクトとして実施しています。

今年5月の写真測量学会で既に発表していますので、もしご興味があれば見て頂ければよいのですが、地元の住民の方が集まって、実は空間情報にはこんな技術がありますよ、と学生が説明をしています。初期投資が5,000円とか6,000円のできるのいいですねという、こういうところからスタートしました。実

際にはロガーを購入して実証実験をしていますが、先程ご紹介した地域の病院の先生に聞くと、実は認知症の患者の方には同じルートを何回も徘徊するとか、家族構成だとか色々ものをプロファイリングすることによって、行動が違うというようなことがあるということが分かってきました。そういうことも含めて、空間情報の技術を使おうというようなことで、今現在進めている研究です。

実際にロガーでどれぐらいのことができるのかというようなことは、もう既に2年ぐらい前から実施しておりまして、軽トラックを徘徊の人と見立てて、それで色々なところへ行って、実際にロガーでどれぐらい受信ができるのかというようなことを、山岳地帯だとか、海岸だとか、市街地だとか色々なところで計測をしています。それから、どれぐらいの消費カロリーがあれば認知症の人がどれぐらいの距離まで行くのかという、これは医学的な問題ですが、そういうようなデータをお医者さんや自治体から頂いて解析しています。携帯電話を使うのが実はいいのかどうかと、今は学生とも悩んで議論しているところなのですが、ロガーと同じようなソフトウェアがダウンロードできるようになってきています。徘徊老人は実はこういう装置(ロガー)を持つのを嫌がるのです。この装置そのものを見ると、もう嫌がってしまうということですが、携帯電話はどうも持っているらしいということで、携帯電話にロガーのアプリケーションをインストールすると、実証実験と同じようなスタイルができるのかな、ということも今考えておこなっています。

最後になりましたが、地上レーザ計測データの特性把握ということで、公共測量用のマニュアルはできたのですが、例えば、実際に複数の機械から同じ点をA機種、B機種、C機種で観測した時に、本当にどこを測っているのか、機種によってあるいは地形によって、どう違うのかということ数学的に解析してみよう、というようなことを今やり始めました。

要するに、同一の地物を複数のスキャナから取っていますので、それで得られた点群データから数学的な手法を使って、例えば、傾斜だとか、草木があるとか、色々な状況によって実際にどういう反射を示すのか。つまり、対象物近傍の実地形と点群データを表す近似的な地形のモデル化をすることによって、どういう特性があるのかということ解析する研究をつい最近着

手しました。データは昨年の10月下旬と今年の10月15日に取得した白峰での実験データを使っております。今回は4機種に参加をして頂いたので、この4機種を使っております。要するに実測した真値、例えば標高とスキャナによる標高との比較をするというようなことを実施しております、ご存じのように点群データですので、点が3つあれば平面ができるわけですが、それを何千点という、この近傍の何千点を使って、点群データによる仮想平面を求めて、それがどのような特性を示しているかということをお個々の機械に対して見ていこうということで解析しております。例えば、どのような地形に対してどのような反射を示しているか、仮想平面を可視化して分かるようにして解析をしていこうというようなことをおこなっております。

最後の方で、空間情報絡みのお話をしましたが、こういうようなことが学生や企業、自治体の方も入って、先ほどの徘徊にしても、レーザの実験にしても、学生たちがもちろん中心になって取り組んでいるのですけれども、そういうことがプロジェクトの中でなら抵抗もなくできるというのが、いわゆるPBLとCDIOを使った技術者教育です。こういった実装プロジェクトがあると学生の理解も早いわけで、普通の授業ではな

かなかできないのですが、本学ではそういう土壤が醸成されているということが特徴であると思います。

早口で色々と雑駁な話をさせていただきましたが、今後、大学が再編され、CDIOやSDGsというものが入り、さらに、最近はSociety5.0、第4次産業革命というキーワードが出てきました。恐らく大学を卒業する学生の資質、気質というものもどんどん変わっていきます。皆さんの会社におかれても、従前のような教育を受けた学生が今後はどんどん変わっていく可能性がありますので、何か参考になればよろしいかなというふうに思います。

どうもご清聴ありがとうございました。



講演者

鹿田 正昭 (しかだ まさあき)
金沢工業大学副学長
ライブラリーセンター館長

本稿は平成30年11月29日に開催された当協会主催「地理空間計測・活用技術セミナー in 金沢」における鹿田正昭様の特別講演の内容をまとめたものです。