

2017 年度
第 7 回
コロキウム講演録

最先端技術による農業イノベーション

講演者：小池 聡
ベジタリア株式会社
代表取締役社長

講演日 2017/11/29

招聘者 林 良彦
アーカイブ担当 内藤 一美

2017 年度第 7 回 早稲田大学実体情報学博士プログラムのコロキウムでは、「最先端技術による農業イノベーション」をテーマに、小池 聡 さんからお話を頂きました。



小池 聡 氏 略歴

1959 年渋谷生まれ。iSi 電通アメリカ副社長を経て、米国で Netyear Group を創業。1990 年代はシリコンバレーを中心にベンチャーキャピタリストとして活動。1999 年に日本の IT ベンチャーの場作りのためビットバレー構想を提唱。ネットイヤーグループ株式会社（東証 3622）創業者、株式会社ネットエイジグループ（現ユナイテッド株式会社、東証 2497）前代表取締役社長。その後、東京大学 EMP に入学、食・農業・健康・環境分野に関心を持ち 2009 年 EMP 修了後に就農。これまでの経験を食・農・健康・環境分野に活かすべく、2010 年にベジタリア株式会社を設立し、代表取締役に就任（現任）。農業用 IoT センサーのトップメーカーである株式会社イーラボ・エクスペリエンスやクラウド型栽培管理システムを開発・提供するウォーターセル株式会社をグループ会社化し、総合的農業ソリューションを事業展開。文部科学省「革新的イノベーション創造プログラム構造化チーム」委員。総務省「日・アセアン官民協議会」委員。経済産業省「グローバル・ネットワーク協議会」グローバルコーディネーター。東京商工会議所（渋谷）副会長。公益社団法人ベトナム協会理事。公益財団法人日本ユースリーダー協会理事なども務める。

■ 第 1 部 講演

■ 自己紹介

みなさんこんにちは、小池と申します。簡単に自己紹介しますと 1980 年代日本がバブルの時は日本でサラリーマンをやっていました。1990 年に日本がバブル末期ですね、アメリカが非常に景気が悪いリセッションの真っ只中にアメリカに駐在員として赴任しまして最初ニューヨーク、それからサンフランシスコに行っていました。ご承知のようにインターネット革命と言うかですね、今でいうブラウザができたのが 1993 年ですね。Mosaic というブラウザができてネットスケープという会社が立ち上がってインターネットバブルというのができてですね、その頃ちょうどそういうエリアにいましているんなそういうベンチャーなりインターネット革命なりなんなりっていうのを真っ只中でふれていた数少ない日本人の一人だったと思います。それでアメリカで実は独立しましてベンチャーキャピタリストになってシリコンバレーの IT 系のベンチャーに投資をするということをやっていました。



それから日本に戻ってきて同じようにベンチャーキャピタルをやっていましたが創業した会社が 2 社ありまして、2 社とも運よく上場しまして、2007 年くらいまではその社長をやっていたんですけども、ちょっと思うことがありまして次の人生後半戦のライフワークをとということで大学に勉強しに行ったというのがありますけど、で、実際投資をしていた会社はみなさん知っている会社も多いのではないかと思いますけど、例えば mixi って会社だったり。ライフネット生命がまだ企画会社の時から投資をしたりですね。@cosme とかこのスライドの上の方にあるのはほとんど上場している会社だと思いますけど、富士山マガジンサービスとかデータセクションとかほとんど商業出資をして育てて行って感じてやっていきました。ベンチャーキャピタリストとしても 2000 年半ばの頃はですね大手のジャスコさんとか SIB、オリックスさんとか差し置いてナンバーワンになったこともあります。それで日本だけじゃなくアジアの方にも進出をして中国でも共青団から表彰されたり、もっとも活躍したインベスターということで表彰されたりしたこともあります。それからベトナムの方も進出して投資活動を行なっています。

ちょっとグローバルに色々なことをやってきたんですけども、IT とか投資とかそういう分野だけじゃなく投資の方もブレがありますし、IT といってもですね、テーマがゲームとかそっちの方になってきちゃってですね、90 年代インターネット革命でエキサイティングだったところがだんだんだんだん私自身も興味が薄れてきちゃったっていうことがあってですね、50 歳のちょっと前くらいですね 48 歳くらいの時に次のテーマを見つけようと。けどなかなかテーマが見つかなかったものですからもう一回大学に勉強しにいきました。ちょうど東京大学が社会人向けのビジネススクールを作ったんですね。ただ、当時の総長の小宮山先生が作ったんですけども、小宮山先生はずっと日本は課題先進国だということをおっしゃっていて日本は高度経済成長の中で公害問題が起きて環境技術が発達したとか、あるいは資源がないので再生可能エネルギーが発達したりとか。今世界に先駆けて高齢化社会、超高齢化社会ですね、これも色々解決していくだろうと。ということで、課題先進国である日本、それが解決するノウハウ、それからテクノロジーが日本のこれか

らの国際貢献にもなるし競争力にも繋がっていくだろうということで幅広くビジネス、マーケティング、ファイナンス、それだけじゃなくいろいろなことを学ぼうということで、資源問題から農業の問題、環境、医療、健康の問題、あるいは哲学の授業までありました。あるいは小柴先生のニュートリノの授業、実際スーパーカミオカンデに行く授業みたいなもありました。非常に面白い授業がありました。

■ 食料問題

そこで勉強した中で今まで興味がなかった分野ですけど、日本はどんどん人口が減っていきつつありますが2050年には約100億人に世界の人口がなってしまう。今だいたい70億人ちょっとですから後2~30億人分実人口が増えるってことは食料が必要ってことになりますよね。これどうするんだと、これ国連のFAOという機関が警告を出しています。世界の耕作可能地域がどんどん減っていますよと。ということでこのままではこのまま人口が増えていくのにどうするんだ、ということで警告を出しています。温暖化は気候変動で農業に影響を与えますよね。それからこれも植物の病理の先生から教えてもらったことなんですけど世界の生産可能な農産物の3分の1は植物の病気とかでロスしているんですね。これは年間8億人分の食料に当たる。世界の飢餓人口っていうのが8億人ですからそれに匹敵する食料が病理でやられている。

日本人は先進国の中ではそれほど野菜果物を食べてないんですね。生活習慣病の原因には栄養バランスとかそういうものがあるということで日本の厚生労働省が一日350gの野菜を食べなさいって推奨していますが野菜の生産量と消費量は年々減っているという状況にあります。食べればいってもんじゃなくて、詳しく調べてみるとですねこの50年間で野菜果物の栄養価がどんどん減っていきつつあることがわかりました。例えば人参のビタミンAは1950年と比べると5分の1になっちゃっているんですね。アスパラガスのビタミンB2も半分になっちゃって。キャベツのビタミンCも半分になっちゃっている。ほうれん草の鉄分が1/5になっちゃっている。こう言う状況がわかりましたので、量を食べればいってもんじゃなくて、食にあるということと健康のための食というのも非常に重要なテーマだと思います。厚生労働省が30代の女性の1日の栄養摂取量を調べたんですけど葉酸とか鉄、亜鉛、カルシウム、マグネシウムこの辺ほとんど栄養不足なんですね。ですから女性でよく貧血が多いとか偏頭痛が多いとか、今男女ともに成人病みたいになっていまして、不妊症が多いとかも栄養の関係があるというふうに言われています。ですから単に効率化して作るだけじゃなくて中身の栄養価も問題でしょう。

日本は高齢化社会が進んでいますけど日本で一番高齢化率が高いのは秋田県ですね。政府が秋田県結構調べています。これは政府が調査した秋田県の栄養の調査結果ですけど、高齢者の4割が実は栄養失調です。それから食の動機はなんですか、なんのために食べるんですかってアンケートを取ると、ほとんどの人が薬を飲むため。70代の2,3割は一人で住んでいるんですね。で、一人で食べている。いちいち食材を買ってきて調理してってことあんまりしないの。ですからお弁当を買ってきて、なおかつ食の動機が薬を飲むためですから、朝お弁当1口食べて薬を飲む。余っていますから昼もまた食べて薬を飲む。まだ余っていますから夜も食べて薬を食べて寝るみたい。そういう生活というのが浮き彫りになってきたということで、これも相当深刻な問題だろうと思います。秋田に限らず皆さんの中でも若い人たちでも毎日コンビニ弁当で過ごしている人もいます。それが悪いとは言いませんけどやはり色々栄養とかも考えて健康のための食ということも必要になるでしょう。日本は地方創世というのがありますが、地方の経営資源はほとんど農林水産業になります。農林水産業と食と健康っていうのを結びつけて行く地方創生が重要なことになります。

■ チャレンジ:健康と食と農業と環境

そういうことを勉強して次にチャレンジしようかなと思った時に興味を持ったのが、先ほどご紹介していただいたように、健康と食と農業と環境、こういうものに興味を持ちました。エネルギー問題の事業とかもありましたけど、エネルギーも大事ですけど人間のエネルギー源を作っている食料を作っている産業って大事じゃないかなというふうに思いました。

そこでこのプログラムを終了してから、最初は家庭菜園に毛が生えた程度から始めたんですけど、だんだんエスカレーターして、農地を借りて畑を耕してそれからハウスを建てて。ちょっと上場した時に小金ができたので全部ぶち込んでしましまして。で土作りも全部自分でやってみたのです。一時は本当にどっぷりファーマーをやった。ただですね、それで何を作ろうかなと思って付加価値が高いものとか色々考えて見ました。僕アメリカに行ったときですね、イタリア料理が好きで趣味でイタリアンを習ったことがありまして、友人のイタリアンのシェフとかも多かったんですけど、聞いてみると本場のイタリアで修行したシェフほど食材にこだわるんですね。で、輸入した野菜とか果物とかを使っているということで、なんで日本で作れないのかというのを農家に聞いてみると、そんなの知らないとか、作り方がわからないとか農協が引き取ってくれないとか、あんまり真剣に検討してないで、ただやってないだけということがわかりまして。じゃあ自分でイタリア野菜を作ってみようということで始めました。写真を見てください、これはイタリアのミニトマトの例ですけど、この辺まではうまくやっていました。だいたい素人は無農薬で有機で作ろう、みたいなことで、私も御多分に洩れず、そんな形でやり始めるんです。ところがそんな甘くないんですね。

地元のトマトの名人みたいな人に手伝ってもらいながらやっていました。トマト以外にもたくさんものを作っていました。でもちょっと油断している間に夏場病気になってしまっていて、わかっていたんですけど農業はかけないって意地でやっていたらバーっと広まっちゃいましてほぼ全滅しました。ラッキーだったのは東大で教わっていた先生の一人にですね、植物の病気の世界的な権威の先生がいたんですね。農家の人に聞いてもそんなの農薬使わずにできるはずがない、一言で終わってしまいますが、先生に聞いてみると、この病気はこの温度でこの湿度でやるとこの病気のスイッチが入って発病してしまうだの発病のメカニズムがかなりわかってきて、環境がかなり発病の要因になっているという

ことがわかりました。外の場合は天候をコントロールできませんのである程度予測するってことでいいんでしょうけど、であれば、というのでハウスの環境を整備しようということで最初はホームセンターで温度計とか湿度計とか買ってきて並べて測っていたんですけど、それでは埒あかないって。ITの世界にいたので色々調べて農業用のセンサーはないかっていうので見つけてきたのがフィードサーバーってやつです。これは農水省の研究機関である農研機構ってところが研究開発していた農業のセンサーです。これを作っていた会社が、ベンチャー企業ですけどイーラボ・エクスペリエンスという会社がありましてそこがそういう製品にしていたんですねここに問い合わせたところからセンサーの導入をして設置してみました。ちょっと難しいんですけど温度湿度とか水分とか日射量とか色々なものが計測できます。カメラもついているんですね。だからその場にはいない時でも大丈夫です。栃木県的那須というところでやっていたんですけど東京都行ったりきたりしてましたから、東京でも農場の様子が見られて現地の人に言って制御するということをやっていました。やっぱり自然との戦いなんですので完璧に病気を防ぐってことはできてないんですけど最初全滅した時よりはだんだん病気になる確率というのが少なくなってきました。なおかつ腕を上げてきたってのもあります。実はこの写真、私が作ったイタリア野菜なんですけど、結構いいものができてきてこの辺すごく美味しそうですよ。スマホで撮っただけなので何も加工してないんですけどもいいものができてきました。

それで、これを今度は売ってみようってことで、週末マルシェが出るんですね。都内の青山の国連大学、ここで毎週エプロン出していらっしやいませという風に売ることもやっていました。そうこうしていると玉川高島屋から声がかかってですね、うちにも出して見ないかってことで、そこでフリーマーケットとしてもやります。そういうようなことでやっていたんですけど結構大掛かりに作ったものですから休日だけじゃ捌ききれない平日もどンドンどンドンできてきちゃうんですね。そこで常設の八百屋を作ろうってことで代官山に八百屋を作りました。ラフェンテ代官山っていうファッションビルの地下にレストラン街があるんですけど、その一角が空いてましたんで、そこ借りて作った野菜を並べて。ここの家賃払ったら採算合わないんですけどたまたま僕渋谷の商工会議所の副会長もやっています、まだ代官山にTSUTAYAができる前ですね、再開発で代官山を活性化するという委員会をやっています、たまたま空いていた物件がありまして。空いていた期間だけですね安く借りることができました。で、野菜を並べて売ってみるってことをやっていました。その時に、大型のディスプレイを横に置いてですね、全部圃場の様子を写してこういう形で管理しながら農業を使わないで有機で安心安全に作っているんですよというのを見せながら売りました。スーパーとかで野菜を売っていてもいつ出荷したものとかわからないし賞味期限も書いてないですよ。私の場合はいつ出荷したというのを全部出しています。だいたい朝収穫したものを夕方出してやっていたんですけど、そういうところ、代官山は意識の高い奥様方が多くて割と人気になりました。

ただ、買うときは有機とかど産とか気にするんですけど、外食とか中食でお惣菜とか食べているものはどういうものを使われているのかわからないって意見もあって。実は八百屋の隣にイタリアレストランも作りまして、レストランもやってみました。肉と魚はちょっとこだわりのところから仕入れたんですけどそれ以外の野菜果物は全部自分たちで作ったものだけでメニューを作りました。友人のシェフに頼みましてメニュー開発をしました。結構人気になりました。しかし、実はそうこうしているうちに東日本大震災で福島で原発の事故があって、実は那須って意外と福島から近かったんですね。ちょうど、事故があった直後に雨が降ったあとですけど、ガイガーカウンター持って恐る恐る測りに行ったんですよ。ハウスの中は全然大丈夫だったんですけど路地のほんの一部数字が出ちゃいました。今では全然大丈夫だと思うんですけど。私は無農薬で有機で安心安全ということを謳ってやっていたのが、数字を見た途端これは売っちゃいけないなということで、大決断だったんですけど全部農場と八百屋とレストランをクローズして一から出直しという目にもあいました。

■ 農業への想い

懲りてやめればいいんですけどなかなか性格的にもっともっとやりたくなくて。で、福島から遠いところで、北海道に行きました。北海道の余市ってところで約50ヘクタールで果物農場を中心に作っています。それから米も少しやっています。それからレストランと加工工場と観光農園みたいなのもやっています。あとワインも作っています。ワインぶどうを育ててワインを作るってことをやっています。少量ですけど全日空さんにも扱っていただいています。あとは富良野ってところでジャガイモ人参玉葱かぼちゃとかこういうものを作っています。約40ヘクタールです。ほとんどが有機JAS認定というものを得たものです。あとは、もう一個遠いところで九州の熊本で薬物を作っています。これはシソとかですね。ベビーリーフを作っている会社にも出資をしたりしています。

今全国の何箇所かで農業をやっています。で、実はそういう形で色々失敗もありながら自然との戦いで農業をやっているんですけど、どちらかというとITから足を洗って農業をやろうと思って始めたんですけどやっぱりITを使わざるを得ない状況になりまして。先ほど言った農業のセンサーもユーザーとして使っていたんですけどその社長と意気投合して一緒にやろうということで、その会社も100%買収して新たに投資もして新しいセンサーも作っていきました。そういう農業センサーとか病気の話、植物生理の話、IoT、M2Mはいろんな先生方に相談しながらやっていったのですが、今資本金が16億くらいです。今月末にあと5億くらい増えるので20億くらい集めて事業をやっています。

メンバーは、だいたいEMP(東京大学エグゼクティブ・マネジメント・プログラム)の時の人間、あとはセンサー作っていたところの会社が社長が、しまむらっていうんですけど、あと災害管理のシステムのアグリノートというものを作っている会社がありまして、ここも100%子会社なんですけど。あと東大から出資を受けています。あとは個人の株主なんですけど当時の東大総長の小宮山先生とか、マッキンゼーの元代表で横山さん、先ほどの植物の病気の権威の難波先生、東大のIOTのM2Mの看板教授の森川先生とかですね。こういう先生がたが個人でも株主になって顧問でもいます。それからうちの社員のメンバーは経営チームは経験者を集めているんですけど植物学者が多いですね。植物生理、土

壤微生物、植物病理の研究者、それから IoT、M2M の専門家、それからデータサイエンティストが構います。人工知能の専門家、それから気候変動の専門家、こういうような人たちが、異分野の人間がかなり集まっています。

■ ベジタリアと農業イノベーション

ベジタリアって会社は事業持ち株式会社みたいなイメージです。その傘下に IoT センサーを作っている子会社、アプリケーションを作っている子会社、それからファームと植物生理の研究の会社などそういうものがあります。誤解されるのが農業 ICT とかセンサー屋さんと思われることが多いんですけど、もちろんそういうものを作っていますけど、それが目的で始めたわけではないですね。そもそも健康ということ。医食同源、健康の源は食にある、健康状態に合わせてどうやって食を摂っていくか。その食料を作る一つが農業になります。

農業自体、今の農業生産のやり方っていうのは半世紀変わってないんですよ。半世紀前に緑の革命っていうのがありました。高収量の品種のタネが開発されて、化学肥料と農薬で大量生産。その当ても人口が急激に増える時代でしたので、人口問題食料問題っていうのがありましたけども、これが緑の革命で解決された。それ以来 GMO (Genetically Modified Organisms) の遺伝子組み替えなどはありますけど、大きな生産方法のイノベーションっていうのはありませんね。農業機械や灌漑設備とかはありますけども、生産方法自体はない。私はどちらかというのと原理主義的に農薬反対とか、化学肥料反対という立場ではないので必要な時は使えばいいと思うんですけどなるべく環境問題とかも考えて、自然の力を最大限利用して、植物生理とテクノロジーを融合しながら、新しい生産方法が作れるんじゃないかと。目指すところは持続可能な環境と健康社会を作るかってところでやっています。

■ 科学テクノロジーと農業

今の農業というのは経験と勘と匠の技と言われています。例えばトマトも、水を絞ると、水とコントロールすると甘くなるんだというので、最初にトマトの先生には水の絞り方を教わるんですけど、なんで水を絞るとトマトは甘くなるんですか、って聞いてもわからないんですね。同じ質問を大学の植物生理の先生に聞くと理路整然と分子式レベルで糖の生産メカニズム見たいのを説明してくれるわけです。ですから、経験でうまく行っているということは科学的根拠があるはず。それを説明できない人にずっと聞いているよりも最新の植物科学も取り入れてこうと。それから、最初のお師匠さんも IT 大嫌いな人で、私は土をさわればなんでもわかるっていうよくあるタイプの人だったんです。例えば、トマトの最適な pH は 6~6.5 ですが、さすがにそのおじさん触っただけで pH は測れないので、今では計測をしてそれをクラウドに上げて簡単に IoT センサで生産することができるようになっています。勘だけに頼るんじゃなくて計測のとこ、センサーのとも使っていきますよ。あと匠の技を、この地方でうまくできている名人の技を他の地方に行ってそのやり方をやっても気候も土も違うので全然うまくいかないっていうのがあります。ですから、そういううまく行っている人の技もどんどんやってビッグデータ化して環境に合わせて最適なアルゴリズムみたいなものを作っていくかやいけない。ということで、これからの農業は経験と勘だけじゃなくて科学とテクノロジー農業ということを我々は目指しています。

そのための環境センシング日射量とか温度湿度とかそういうもの、それから植物もこれからは植物そのものを測る時代になってきます。人間も血液だとか生体情報を測ることによって健康医療に役立っていると思いますけども、植物の生体情報の一つである樹液流っていうものを計測することで、その木の健康状態がわかってきます。我々の方では日測りで樹液流を計測するセンサー及び、MEMS (micro electro mechanical systems) での樹液流のセンシングっていうのを今共同で研究開発しています

それから地下部が結構難しいんですけど人間っていうのは 47 の必須栄養素が必要なんですけど、植物の場合は 17 必要です。有名なのは窒素リン酸がありますよね。そのほかにも微量ミネラル等が必要になりますけど。肥料をやっておけば育つというものではなくて、成長のステージに置いて必要な肥料の種類や量が違います。人間も育ち盛りの子供にはカルシウムやたんぱく質を多く、年取ってくると、そういうものよりは微量のミネラルとかそういうものになってくと思いますけど、土壌分析をして、最適な摂取設計をしていくことが必要になります。そのためのいろんなセンサーが必要になってくる。あるものは買って使うし、ないものは仕方ないから作るということをやっています。先ほど私ユーザーで使っていたこのフィードサーバーっていうもの、これも農研機構と総務省系の情報通信研究機構のいろんな技術のノウハウが入ってますけど、この会社を買収して新たに投資をして新しいセンサーを作っています。

■ アグリノート：クラウド型の管理システム、植物病院、栽培アルゴリズム

それから農業の経験と勘だけじゃなくて、きちんと栽培記録をつけながら管理をして。最適な肥料の設計、水やりの設計、こういうものに必要になって行きます。そのためのシステムにアグリノートっていうものがあります。クラウド型の管理システム。これを作っている会社も我々のグループ会社。で、新たに投資もして、強化をしています。

もう一つ特徴はですね、東京大学と共同で、植物病理学研究室という寄附講座を、共同研究の講座を持っています。ここで、我々みたいなベンチャーがなかなか使えないような免疫診断遺伝子診断ができるような設備もありますので最新の植物科学を利用しながら農業生産に繋げようということをやっています。どうしても大学の先生方は学会論文のためにずっと研究しますが、生産者から、農家が困っていることいっぱいあるんですけど、なかなかその研究成果が社会実装されていないということがあります。そういうお宝を引っ張り出してきています。その一つがですね、植物病院っていうものを民間で初めて作りました。これは生産者の困りごとを色々解決するための病院になります。で、IPM っ

て言いますけど、農薬で駆除するだけではなく、予防的措置、診断判断をして、なるべく天敵生物的防除とかも含めながらやるやり方です。あとは世界で初めて遺伝子診断キットみたいのを作っていますね。

作物の病気っていうのは 12,000 種ぐらいあるんですね。稲の病気というのは 80 種類くらいある。全部対応していたらキリがない。重篤なものは 10 種類ですけど、このうちの稲熱病と紋枯病、この 2 つを防ぐと、だいたい稲の病気の 8 割を防げます。ですから、そういう重要なものをどう解決するかってことに重きを置いて開発しています。実際我々のセンサー、あるいはドローンとかを使いますし、いろんな解析技術を使います。で、そのセンサーからの環境センサー、それから樹液流センサーみたいな生体データ、アグリノートからの栽培データ、気象データ病虫害データこれらをビッグデータ化しているような予測エンジンあるいは最適な栽培アルゴリズムを作っています。で、我々特徴はですね、農場がありますのでそこで仮説検証しながら毎日ラピッドプロトタイプングをして、リーンスタートアップ型でどんどんどんどん試して、フィードバックを受けてまた改良するというのをスピーディに繰り返すということをやっています。

■ 日本の主食である米と農業 ICT

日本は主食である米をどうやって作るかっていうのが政府としても大きなテーマになる。実は今大規模化して効率化しようって動きがあるんですけど、日本の場合は農地と住宅地が入り乱れている。あとは地権者というのが複雑になっているのでなかなか一箇所に集約するってことができないんですね。だいたい飛び地になっています。この図は新潟県の一生産法人の田んぼの分布図です。一つの農家がこれだけバラバラの農地を見ているんですね。毎朝毎夕田んぼ見回りするんですね。水がちゃんと入っているかどうか、温度がどうかとか。で、だいたい見回りの半分は移動時間だったっていうのが現実です。あとはですね、田んぼも常に水を張っているわけじゃないんですね。田植えをしてからちょっと深水にして、ちょっと落として中干して言って一回干すんですね。で、また入れてまた干してということを繰り返してやっています。ほんとに入ってなきゃいけない時期にもぐらが穴開けて抜けちゃったりだとかいろんなことが起きてくるんですけども、なので毎朝毎夕見回りするんですね。あとは夏とかは手入れたら熱いというくらいの 40℃ 以上になっちゃいます。

そうすると高温障害になったりします。結構水管理っていうのは重要なんですけど、農林水産省が調査すると水管理が一番労力を使うってことで、これをなんとか ICT で効率化できないかってテーマがあります。日本の場合は農業従事者が高齢化して、後継者とか担い手が不足しているんですね。ですから効率化省力化しなくてはいけない。それから農業は儲からないって言いますけど収益を上げるためにはコストを削減して高付加価値化をするというのが重要になりますけど、こういうのに色々テクノロジーが使えないかっていうことで、我々が作ったのが水田用のセンサーになります。シンプルに水位、水温を管理すると。あんまり余計なものをつけても高くなってしまいますので、簡単に操作ができるということで、スマホタブレットで、地図情報とかをもとに簡単に管理ができるシステムを作りました。水田センサーってありそうでなかったですね。まず田んぼに電源がないです。光ファイバーが引かれているわけでもない。今のセンサーというのは測っただけではダメなので、全部センシングデータをクラウド上にあげてかなくてはいけないですよ。みなさんもスマホでデータ通信しているとすぐバッテリーなくなってしまうんですけど、データ通信が一番データ食います。ですから電源ないところで IoT センサというのはなかなか難しいんですね。なおかつ外にありますから雨風台風過酷な環境の中で測らなくてはいけない。水にもつけとくんで農薬とか化学肥料とかやると化学反応を起こして電子部品なんてすぐやられちゃう。ということでありそうでなかったセンサーなんですけど、我々買収した会社が 15 年以上農水省と農研機構で共同で研究していた成果がここで生きてきています。あとは総務省系の情報通信研究機構の方では通信のところあるいは省電力技術などいろんなものがこの中に入っています。なんとですね田植えから収穫するまで 9 ヶ月間電池交換しないでデータをセンシングしてあげ続けるというのができています。専門の方はすごく驚かれるわけですけども、安定してセンシングできる。センサの精度もミリ単位で測ることができます。3G のモジュールを乗せてモバイル通信で通信を今まではしてきましたけども、今年からですね、これ新しい LPWA っていう超低消費電力でワイドエリアで実証しています。あとは水の出し入れというのを自動的にコントロールしようというので自動水門と M2M で連動しながら調節をするってことも開発をして実証します。

お米の場合一等米を作るというのが結構テーマなんですけど、こういう白未熟粒っていうんですけど、白く濁っちゃうと二等米以下になって二束三文になっちゃうんですね。だから、いいお米を作るために一等米を目指すっていうのがあるんですけど、白未熟粒になっちゃうメカニズムっていうのは解明されています。一つは高音障害、もう一つは低温障害それから紋枯病という茎にダメージを与える病気、これになっていくんですけどこれをどう防ぐかということですね。先ほど言ったように高音障害というのは水温がすごく高くなってしまふ。で、障害が起きて、白未熟粒になってしまふんですけど、そのためには温度の低い水に入れ替えなきゃ入れないですね。ただ水ってとても貴重なんです。なかなか水が回ってこない地域もあります。ですから水をどう管理していくのかということデータを取っていくと水を水尻(みなじり)ってところに出して、水口(みなくち)から入れるんですけども天候によって何時に抜いて何時に入れるのが一番最適かというのがわかってきます。それから花粉形成をするときには水位が何センチくらいで水温が何度くらいあり、幼穂保護期には何センチで何度とかも、米の種類によって違いますけどあります。それをうまくコントロールしてく。今までも適当にかんと経験でやっていたのを最適なメカニズムをコントロールすることによって一等米を作ることができるようになっていきます。それから病気に関しても、重篤な病気、稲熱病も紋枯病も防ぐことによって 8 割がたの稲の病気が防げます。これも実は画像診断でディープラーニングでこれが何病かを当てることができるんですけども、農水省は AI を使って画像解析で病気を判別できるようにしようというのをやっているんですけど、全くナンセンスですね。僕らにとってこんなのがわかったところでもう手遅れなんです。そうではなくて、いろんなデータを集めて pic データっていうのは聞こえはいいんですけどほとんどゴミデータですので意味のあるデータをいかに集めて、何を解決したいのか、なんのためになんのデータを集めるかというのがキーになってきます。そういう意味では我々の稲熱

病のメカニズムは全部わかっていますので、これ温度とか湿度とか日射量とか含めているんな要因がありますけども、これ本当に単純化していますけど、雨が1時間に何ミリ以上降ったか降らないか、風が秒速何メートル以上か以下か、日照が一時間以下かどうか、葉面濡れがどうか、こういうのを全部アルゴリズムを作っていて、病気になるかどうかのを判別しています。人間と一緒にで早期発見早期対処で病気にならないうちに対処してやっていうことが大事になります。こういうデータから機械学習もしますけども、予測モデル最適化モデルってのを作っています。あともう一つはですね、先ほど植物医師の話をしましたけど、農家の困りごとを聞いてると医師が何人いても足りないんですね。チャットbotで自然言語解析をしてこのbotがあたかも植物医師のようにある程度は答えています。こういうプログラムを作って実装しています。まだまだ幼稚なところなんですけど、こういうこともやっていますね。それから、雑草は作物をどう生育させるかというのと逆で、いかに生育させないかってところに植物生理の知見を使っています。あとは一等米というのは当たり前で特A米っていう、特Aを取ると高くなるんですね。特Aは味とか外観とか高さとか色々なものがありますが、一番大きなウエイトは、味です。食味。米の食味はたんばく含有量なんですね。たんばく含有量が少ない方が食味は良くなります。我々はドローンでハイパースペクトルカメラで田んぼを撮影して、それをNDVI(Normalized Difference Vegetation Index)解析をしていきます。ある程度食性分析をするんですけど、たんばく含有量を推定できるプログラムを作っています。たんばく含有量は窒素肥料量との相関があるんですね。窒素肥料量が少ない方がたんばく含有量が少なくなります。ただ、窒素肥料をあげないと収量が下がってしまいますのでその辺の頃合いが必要なのですが、それを計算しながら最適なものを追求していきます。

■ アグリノートの実用例

この動画ちょっとだけ見てもらえますか。これアグリノートっていうクラウドの栽培管理のシステムなんですね。動画に映っていたのは下条さんって言って親子なんですけど親父さんの色々な技をこのシステムを通じて息子さんに伝えているということをやっています。簡単にUIを作っているんですけどそれでもなかなか使いこなせず入力もめんどくさいって方がいらっしゃいます。そこで作ったのが自動入力の仕事です。GPS機能を持ったスマートホンを使っていますので、これをもって圃場に入っただけで、例えば代掻きの期間であればここに2時間いると代掻き2時間っていうのを自動的に記入してくれる。というようなシステムを作っています。あとはトラクターとか農業機械を全部データ連携をしまして、農機のデータ、燃費からエンジンの回転数、PTOの回転数、こういうものを全部フィードしてきて、コスト計算につなげたりしています。あとは、これが全部自動運転になっていきますね。最初は自動運転の農業機械は非常に高いので、ナビゲーションを載せていきます。最適な収穫ルートをナビゲートできるようになります。これがそのうち全部自動運転になりますので農場に行かなくても事務所でやれば全部トラクターがやってくれる。あるいはドローンが飛んで、全部解析をしてくれるという時代になっていきます。アグリノートはほとんど宣伝してないんですけど、口コミで広まって現在登録が10万圃場を超えています。日本で一番使われている栽培管理の仕事です。で、どの農業を何倍希釈でいつどのくらい蒔いたのかって全部記録されていますので、収穫までに残留農薬がゼロですよっていうことの証明にもなります。今GAP(Good Agricultural Practice:農業生産工程管理)っていうのがテーマになっていますけど、GLOBALGAPとかも含めて、アグリノートで管理をしてみると、こういうものが取得しやすくなるということで結構導入が進んでいます。

■ 国のプロジェクト

去年G7のサミットが日本でありました。その時農業大臣会合が新潟であったんですよ。新潟は農業の国家戦略トップなんですね。その時に日本の新潟の農業ICT、スマート農業を紹介してくれてことで、各国の農業大臣に我々の取り組みを紹介させていただきました。好評だったのでそのあとにG20が中国でありました。ここにも当時の森山農水大臣に同行して紹介しました。地方創生というテーマでも、地方の経営資源が農業ってことで、当時石破さんという方が地方創生大臣でしたけど非常に評価をしていただいて。あとは農業においてAIの利活用ってことで小泉進次郎と東大の松尾先生とともに農業での利用についても考えました。

国のいろんなプロジェクトとはかなり色々関わっています。農水省だけじゃなくて内閣府が次世代農業に取り組んでいます。新潟市が農業の国家戦略トップですけどここでも大規模実証をしています。だいたい成果としてはこういうものが使えるねってのがわかって来たんですけどあとはこれから社会実装のフレーズだと、ネックはコストですね。ハードウェアは数作らないと安くならないので、どうするかっていうので低コスト化っていう国のプロジェクトを立ち上げてまして農研機構と一緒に応募して今年に採択されて国のプロジェクトで低価格化に向けてやっています。あとは公共事業としても農地にIoTを整備してくということが計画で出てきています。あとは農地法が改正されて企業参加がどんどんこれから推進してくということが予想されていますが、そういう時にICT化っていうのがテーマになります。これから人口が増えていくっていうところはアジアアフリカですよ。アフリカも主食がキャッサバからコメにシフトして来ています。これからの人口問題、食料問題を考えると、かなりコメが大きなテーマになってくるというふうに考えています。そう行っただけで日本の最先端の技術を持ち込んでJICA中心にODAなんかも含めて、これからの食料問題解決する一つのキーになるんじゃないかと思えます。

■ 農業 × ブロックチェーン

あともう一つこれ最後にしますけど、我々フード&アグリテックにブロックチェーンを活用しています。今食品偽装とか食中毒、食品Lossの問題、大きな問題になっています。日本でも食の偽装問題はかなりありました。消費者庁の相談件数は食の安全に関する問い合わせがうなぎのぼりで増えています。そこで私が作ってますみたいな写真が色々載せて安全性を謳おうとしているというのがあります。中国でも最近私が作ってますみたいな写真が貼ってあるものがあります。でもこういう人たちが本当にちゃんと作っているかどうかというのはわからないんですね。例えば日本でも夕張メロンとか黒埼茶豆。今地理的表示制度というものができました。GIっていうようなマークが貼ってあるものもありますけど

ど、ただこういったマークが貼ってない黒崎茶豆もスーパーで山ほどありますよね。これ本当の黒崎茶豆かというのわからない。

ということで、我々先ほど九州熊本で薬物を作っているって話をしたんですけど、かなりここの農場は ICT をフル活用してしまっていてセンサーとかさっきのアグリノート、栽培管理のシステム、それからハウスを色々制御するだとか土壌分析をして最適にするとか ICT をフル活用してシソを中心に作っています。都内の有名なお寿司屋さんなんかでも使われているんですけど、卸を通じていたので直接ではないんですけど。お寿司屋さんでシソに穴が空いていたら1発でアウトですよ。なので、ここまでこだわる必要があるかはわからないんですけど、高速の画像処理選別機を作りまして穴一つ空いてないようにチェックをしています。それから、業務用ですと10~12センチが2Lってサイズ、12~14センチが3Lってサイズなんですけど、これまではパートのおばちゃんが仕分けをしていました。農業って大体そういう世界なんです。シソでここまでやる必要があるかってにはありますけど全部自動的に仕分けをする選別機を特注で作りました。こういうサイズに分けてってことをやっています。ここまでやって認識番号をつけて熊本だとくまモンのマークをつけられるんですけど、そこで生産管理システムに乗っけて出荷をするということまでやっています。ここまでこだわっていても普通のスーパーに並ぶと適当に作ってるシソと同じように並べられて同じような値段で売っているわけですね。加工品とかも作ってありますがここまでのこだわりを消費者に伝えたくても伝わらない。消費者は本当にちゃんと作っているんだという情報が欲しいわけですよ。そこでブロックチェーンを活用して、実際生産者は安全で美味しい野菜を消費者に食べさせたい。厳格に管理していることを知って欲しい。消費者はちょっと高くてもいいから安全なものがよくて、本当に信頼安心できる情報が欲しい。ここを解決するために先ほどのセンサーデータとか出荷の記録から何から何まで実はブロックチェーン化しています。ブロックチェーンというのはご承知のように仮想通貨でも使われる、改ざんできないテクノロジーになります。その信頼性を持ってやるということで、自分たちの圃場でもやっています。

■ おわりに：消費者へ届けたいストーリー

こういう生産のストーリーをきちんと消費者に伝えていく。都内の子供達は人参が土の中に埋まっているって知らない子供たちもいる。お母さんたちも知らないっていうので、もっともっと生産の現場のことも消費者に知ってもらいたいということがあります。ブロックチェーンのテクノロジーは加工品でも使えます。どこで作られたぶどうからいつ収穫されていつ醸造されて何年寝たのがここに今ありますよというのがありますし、今アレルギーとかありますから、グルテンフリーとかカゼインフリーとかあるいは遺伝子組み換えの飼料を使ってないですよとか、抗生物質使われていませんよとかも証明することができます。生産の現場から、テーブルに並ぶまで、Farm to Table、いろんなものをブロックチェーン化して、その中のバリューチェーンをもう一回見直して行こうというようなことを考えています。ですから生産だけじゃなくて食卓に届いて、それを食べて健康になるってとここまで全体を見ていきたいなって考えています。色々なやりたいことがあるのですがなかなかまだまだベンチャーでやれることが限られているので、こういうのを賛同してくれる人から手助けしてもらいながら取り組んでいるというのが現状になります。

私からの話は以上になりますけども、農業という分野でも今までも IT とかそういうテクノロジーと全く無縁の分野だったと思います。まあ日本に限らずフランスでもどこでも補助産業で来ていますので、補助金とかそういうのがばらまかれながらあまりイノベーションが起きにくい産業であったというのは確かなんですね。ただですね、そう言われていけないので、これからは新しい最新のサイエンスとテクノロジーでより良い生活、スマートライフができるような形へ持っていけたらなということで頑張っています。というような感じで私の話も長くなりましたけども、ここからは色々質疑応答とかディスカッションができればと思います。

■ 第2部 Q&A

Q. 自分はコンピュータビジョンの分野をやっていて、今同じようにリーディングのプログラムで農業をやっている林業の方に日本が傾いてるのをそれをどうにか助けようみたいなことをやっている学生です。実家の地元が農業地帯で実家が畑とお米を作っているのその関係もあってお聞きしたいことがあります。最初でいうと、この50年間で野菜の栄養が下がっているというような話があったと思うのですが、それをちゃんとセンサを使って何の栄養が足りないのかかをモニタリングして、補給して来た結果として、野菜の栄養価っていうのはちゃんと50年前の水準に戻れたものが生産できているのでしょうか？

A. ああいう説明をしましたけど、栄養価は食品栄養分析表ってのもデータを出してるんですけど、これは割と公的なデータです。何年かおきに人参の栄養などを出しているんですけど、これちょっと同じものが50年間で半分になっているかという、実はそうではないんですね。50年前は旬なものは旬な時期にしか作ってなかったんです。例えばほうれん草は冬の植物なんですよ。ですから冬と夏のほうれん草ではビタミンCの量が4倍違うんですよ。旬なものは旬な時期に食べるというのは実は意味のあることなんです。今は通年で作れるようになりましたよね。ハウス栽培などを含めて。そうするとどちらかというと栄養価というよりは、栄養価がどう乗るかというのは寒暖差があったりいろんな要素で決まります。ぶどうのポリフェノールとかは紫外線から身を守るために出ているフィトケミカルって物質が人間には抗酸化性があるということがありますけど。そういう栄養素がどういうメカニズム、あるいは糖とかミネラルの生成のメカニズムというのがあるので、それをうまく設計していけば、ある程度のレベルにはいくことはできますけれども、

50 年前と単純には比較できませんのでそのままの水準に戻りますかって言われると、人為的にある程度のレベルまでいってもそこまではいかないと思いますね。

Q. 機械学習の研究をしています。植物を育てる時に与える栄養と環境をある程度人間がコントロールできる環境の、例えば温度とか管理して生産の効率を上げるってところが面白いなって思いました。そこで、例えば植物じゃなくて人間が投薬をして、しばらくすると症状が改善するみたいにある程度一定関係があると思うんですけど、人間の場合は投薬が必ずしもすべてをコントロールしているわけじゃないので、その結果が必ずしも再現されるわけじゃないわけじゃないと思います。植物はある程度シンプルなのかなどは思うんですけど、今知り得るセンサーの値とか、栄養素の履歴からどれくらい良くなるというのはある程度再現するものなのですか？

A. 最初はとにかくデータを集めて何かの相関性を見つけていこうとかです。自然との戦いから挑み始めちゃったんですよ。でキリないですね。自然に挑み始めちゃうと、なかなか難しいと思います。パラメータも多すぎますし。それで、路地よりはまだハウスの方がわかりやすいということなんですけど、途中まではデータ取ってこうってのがビッグデータとかバズワードに踊らされながらやって来たんですけど、データ集めたところでなかなか意味づけが難しいという壁にぶち当たりました。そこで実は閉鎖型の植物工場、特に千葉大学の古在先生っていうのが、その分野で非常にやっているんですけどもその先生と組みましてですね。植物工場が実はプライオリティとしては目指してないんですよ。日本の農業というのは土地利用型なので路地と安価なビニールハウスでどういう風にイノベーションを起こしていくのかというのがまず最初にやるべきことだと思ってるんですけど、でもメカニズムは完全閉鎖型の植物工場は全部制御しています。ですから何をインプットするとどういうメカニズムでどういうアウトプットが出るのかっていうのはある程度精度は自然環境よりは高いんですね。それを今基にしながら路地とかビニールハウスに応用しているというのが実際な話です。全部データを取ってそれを解析するというよりはむしろ近道を使っているのが現状になります。

Q. 今まさに一次産業の、畜産を機械学習を使って効率化しようとする研究をしております。質問させていただきたいこととしては、技術でやろうとする人と農業をやっている方とのギャップについて伺いたくて。自分たちはこうしたらいいだろうっていいものを作ったとしても、農家の方に言って見たらあまり反応が良くなかったとか、逆に自分達からしたら当たり前のようなものを作ったつもりだったのに農家の方に喜んでもらえるケースっていうのは結構あると思います。そういう農家の方が喜ばれるものに対する共通点というものがあると思うのですが、それについて教えていただきたいです。

A. そういった意味では困っていることがどう解決できるのかっていうのは一番てっとり早い話です。あと、儲かんないかやいけないのでこれによって儲かったって話が一番きくと思います。農家というのは隣の農家がうまくやっていると自分もやってみようかなと思います。あまりわかんないんですけども、僕も最初不思議だったんですけど、年に何回使うかわからないようなトラクターとかをみんな新品で買っていますよね。儲からないと言っても、それじゃ儲かるはずないんじゃないかっていう疑問が最初よくあったんですけど、やっぱりなんか横並び意識も強いので隣がなんか新しいものがあったらうちもみたいのがあるかもしれないんです。ちょっと質問とは変わっちゃうかもしれないですけど、一つはあまり普通の工業製品みたいに完璧を求めすぎても絶対に完璧というものはないんですよ。自然との戦いなので。100%これでもうまくいけますっていうのは絶対ないんです。僕も自分のところでやっているところは、エクスペクテーション、期待値をあげずに、今何でもないので、今よりも1歩でも2歩でもよくなれば大満足っていう期待値のもとにやらないといけない。だから一番のキーはエクスペクテーションコントロールだと思います。それで満足度は結構できます。

Q. 僕自身はヘルスケアロボットの研究をしまして、ヘルスケアの分野でも結構プラットフォームの話とかでてるんですが、日々プラットフォームってのはどうやって普及していくのだろうということを考えています。講演の中でもプラットフォームということでデータを集めて活用していくって話があったと思うんですけど特に農家の方とか高齢の方が多いと思うんですけど、やっぱりITとかパソコンとかウェアラブルなものとかセンサーとかって親近感湧かないのかなっていう風に考えています。オフィスワークとかでもパソコンとかがトラブルになるとどうしていいかわからないってところになりますし、そういう中でセンサーとかを普及させていこう過程の中で何かしら具体的に課題があったのか、あるいはなかったのかってところの話を伺いたいです。

A. 今の農業従事者の平均年齢は68歳になろうとしてるんですね。そういう人たちに、ITについて説明してもほぼ時間の無駄だと思います。それをなんとか説明して説得して使わせようって努力をするのではなく、そもそも、ああいうお年になってもやらせちゃいけないんですよ。例えば僕アメリカなんて言いましたけども、サンフランシスコのそばにナパバレーっていうワインの産地があります。ワインっていうとヨーロッパが有名なんですけど、カリフォルニアワインがここ数年とか何十年とかで相当レベルが上がってきたんですね。これは何故かという、UC デイビスっていうカリフォルニア大学のデイビス校が、栽培からワインの醸造学から何まで研究者集めてそこの知見をガーって入れてやったのが一つありますけれども、そこのワイン畑にいくと博士号を持ったファーマーがやっているわけですよ。で、適当にワインぶどうを作っているわけじゃなくて、全部3D解析をして、ここの斜面はピノ・ノワールがいいな、ここはジンファンデルがいいなとか全部土壌解析からやって、かなり科学的に栽培しているというのがあります。日本に限らず農業自体がもっと最先端の産業になって、皆さんみたいな方がもっと一次産業に興味を持ってもらいたい。

僕が何やろうかなって思った時に自問自答したわけですよ。人間なんのために働いているんだろうって。食うために働いているんですよ。人間のエネルギー源を作っている食料の産業というのはすごい基本ですよ。もっともっと注目しないとなってしまう風に思いました。皆さんみたいな方々が最先端の産業だなんてことで取り組めるような産業にしていけないかなって思っています。ですからリタイアしていただいた方がいいお年寄りを説得してIT使いなさいというの

は僕はナンセンスだという風に思いますし、あとは、こういうもののお金を払う先つてのは、農家の方々がこういうのを買って何とかって世界ではないと思います。

例えば、この間カルビーさんがポテトの生産ができなくてポテトチップ作れませんというのがありましたよね。大手の食品とか流通会社は契約農家さん頼みなわけですよ。逆にそれが気候の問題とかいろんな問題で収穫できなかった時のリスクがあります。こういうセンサーなりシステムを流通食品会社が契約農家に配ってこれをリレー栽培でモニタリングするようなことがあれば、生産者がいちいちお金を払って導入するってことはなくて、それをもっと簡便化する。だいたい生産者はスーパーで100円で売っているものの生産者の出し値ってそもそも30円ぐらいですよ。あと70円はいろんな卸とか物流に消えてっちゃっているんで、そのバリューチェーンを見直すことによって、その70円の中からITの費用20%出しましょうとかなどは簡単にできるはずなんです。全体を、もうちょっとそういうバリューチェーンの見直しやビジネスモデルの見直しといったところで解決できるんじゃないかなと思います。



(以上)

実体情報学博士プログラム

<http://www.leading-sn.waseda.ac.jp/>

早稲田大学実体情報学博士プログラム総合窓口

〒169-8555

東京都新宿区大久保 3-4-1

早稲田大学西早稲田キャンパス 51号館 1階 08A室

MAIL:leading-sn-info@list.waseda.jp

TEL: 03-5286-2836

FAX: 03-5286-2847

実体情報学博士プログラム「工房」

〒169-0072

東京都新宿区大久保 2-4-12 新宿ラムダックスビル 3F