

キャピタル・アイ特別企画：～新規上場企業のいま～

K u d a n <4425>：上場あつての買収、「深く鋭く」

K u d a nが東証マザーズに上場して1年1カ月ほどが経った。同社は、機械の眼となる人工知覚（AP）技術を研究・開発し、SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）技術に強みがある。上場当時を振り返りつつ、今後の展望などを大野智弘代表取締役と中山紘平管理部長に聞いた。

—新規上場後の変化について

上場前に設定した経営戦略は全くズレていない。人材面では、当初の想定通り、前面に出す技術が成熟し、商用化可能になった時点で日本側の営業人員を一気に強化した。

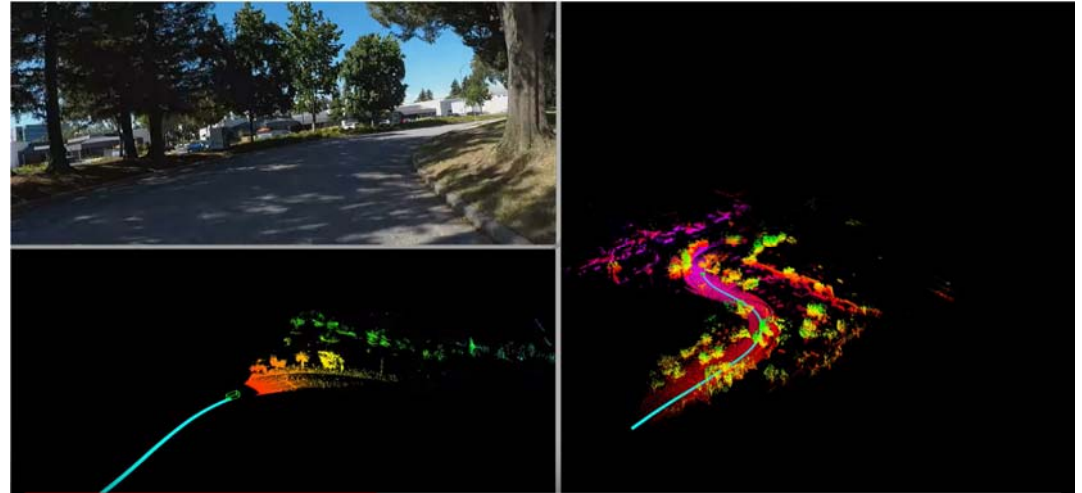
中山管理部長：上場をきっかけにアーティセンス買収や2020年1月の米国子会社の設立などグローバル展開を進めやすくなった。上場基準の管理を展開する必要からメンバーを増やして管理能力を上げている。上場を機に内部を整理できた。

大野代表取締役：信頼力という点では、今まで話ができなかった会社と話ができるようになったことが非常に大きい。最大の価値はアーティセンスの買収で、上場しない限りはできなかった。かなり複雑な仕組みを作ったが、戦略的には非常に大きいステップになる。アーティセンスは大学からのスピンアウトである一方、我々は基本的にコマーシャルを前面に出す技術会社で、生き立ちが違う。会社としては十分に認識し相互にリスペクトしていたものの、上場時には買収を考えていなかった。

■機械に眼が付く

—上場準備の際のエピソードは

我々の上場は非常にシンプルかつストレートだった。社歴が長いわけでもなく、上場前に株主としてベンチャーキャピタルが入っていない。小型の上場で淡々と進めた。エグジットというよりはIPOのI（イニシャル）の位置付けが大きく、やっとスタート地点に立てたという感覚が大きかった。



SLAMによって、機械が自分の位置を把握することができる。この図では自動車
が周囲の状況を左下、右の画像のように捉えている

中山管理部長：管理サイドから言えば、提供サービスに関わる自動運転や AR、ドローンの将来性を審査などで説明する部分は、他社よりも苦勞する場面があったと思う。

大野代表取締役：自動運転やドローン、スマートシティでこんな風に使えるという説明は分かりやすいが、それをする中で、我々がそのソリューションを提供していると誤解されてしまう。我々はその一部の、クリティカルだが小さい部品を突き詰めて深いビジネスを進める。分かりやすく説明することで却ってミスリードしてしまうことを絶えず意識した。どうしても難しく見えてしまうが、突き詰めるとそれほど難しいことをしているわけではない。グーグリーアイ（人形に付ける玩具の眼）をいろいろな機械に付けるイメージ。関係者には、機械にいきなり眼が付いて動くということを理解してもらえた。

■開発状況と注力分野

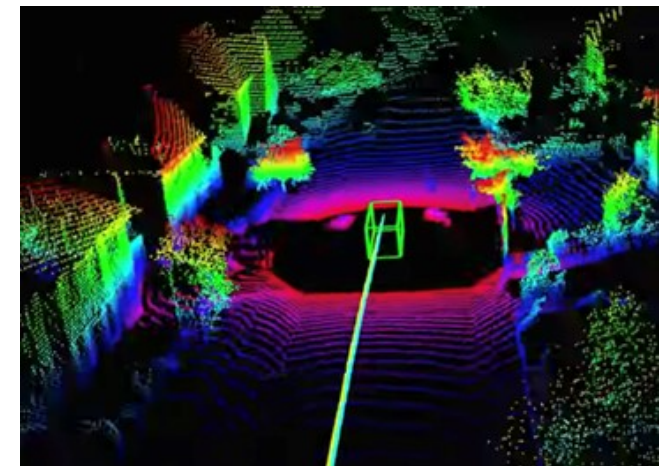
ー技術開発の進捗について

一番大きなマイルストーンは、「LiDAR SLAM（ライダー・スラム）」という、SLAM への LiDAR（レーザー光で対象物との距離などを計測する技術）の組み込みだった。これまでは、Visual SLAM（カメラを使う SLAM） with LiDAR という LiDAR と一緒に動かす SLAM はあったが、LiDAR を非常に密接に組み込んだ SLAM は存在しなかった。

LiDAR SLAM には従来の Visual SLAM を組み合わせることができる。また、LiDAR 以外にも、IMU（Inertial Measurement Unit、ジャイロセンサー）や GPS といったセンサーをアルゴリズムレベルで SLAM に組み込む。いわゆる「タイトカップリング」といって一個のものとして最初から統合する。それがここ一年での最も大きな進展だった。

ーLiDAR SLAM の利点は

例えば砂漠を走っている時に、遠くに何もなければ（レーザー光が帰ってこないため）LiDAR では何も見えない。Visual（カメラ）は、地面があれば何か見える。LiDAR は優れているが、弱みもあるため、Visual と組み合わせることで、例えば高速で（移動しながら）遠くの物を判断できる。そこに IMU を加えて、Visual や LiDAR で得られない情報を得る。それらを非常に根本的な形で強固に組み合わせることで、SLAM そのものが変わる。今まで SLAM が不得意としていた領域での精度が圧倒的に上がった。



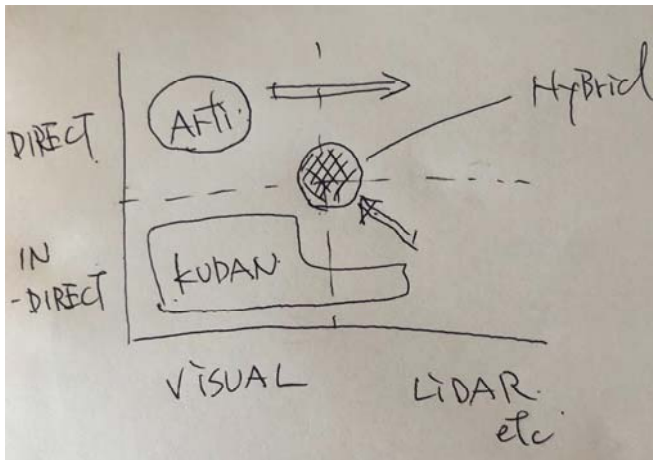
LiDAR SLAM は高速移動での認識に強く安定性が高い

一より実用化に近付いたということか

自動運転のナビゲーションは GPS でもできる。ただ、ほとんど建物がなく 8 車線ほどの道路があるシリコンバレーでは、GPS の誤差が非常に少ないため余裕でテストできるが、東京の街中では GPS が滅茶苦茶になってしまい、いきなり動かなくなってしまう。GPS が届かない場所で動かすためのものが SLAM だった。

SLAM のなかでも Visual に依存することによって生じる、雨で見えない、遠くが見えないという弱みを LiDAR SLAM や IMU でカバーできる。LiDAR SLAM は昔から理論はあったが、あまりに高価で手が出なかったところ、この 1 年ぐらいで LiDAR の生産側の勢いが伸びてコストが劇的に下がり、量産化でさらに下がっていく。その時にこれまで LiDAR を避けていた企業が一気に顧客になることが、我々にとって大きなビジネスとなる。

また、リアルタイム性（の向上）にも注力している。世の中で SLAM はいろいろなところに出てきているが、実はリアルタイム性については、とても弱いところがある。情報が入ってきてからマップになって自分の位置を認識するまで、0.1~1 秒の遅延が生じる。これは時速 15 キロメートルでテストしている分には問題ないが、時速 80 キロメートルで走り、対向車や道路を横断している人が存在するような場合には致命傷になる。SLAM をメインに IMU を併用すると非常にレイテンシー（反応・遅延時間）が悪かったところ、IMU をメインにして Visual SLAM をサブにすると、映像が入る前に IMU が情報を感知しているため、レイテンシーが目に見えて良くなる。業界はまだそこに注目していない。精度や範囲のみならず、レイテンシーが上がらない限り速度は上がらなくなる。



両社の技術には各々強みがあり、今後、相互に補完しながらハイブリッドでの運用を目指すことを示した大野代表のメモ

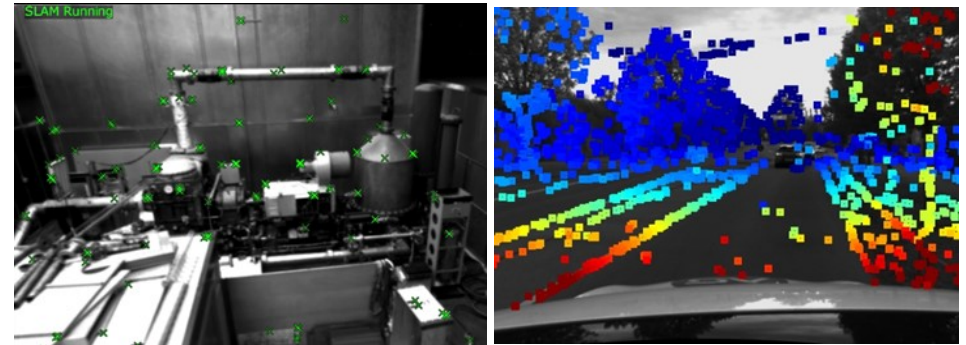
■アーティセンスとのシナジー

—Kudan SLAM とアーティセンスが得意とする Direct Visual SLAM の違いは

SLAM の種類は、Direct と Indirect、Visual と LiDAR（の 4 象限）に分かれる。Kudan はこれまで Indirect Visual SLAM を手掛けており、LiDAR SLAM に移行しつつある。アーティセンスは Direct Visual SLAM に強みがある。

Direct SLAM と Indirect SLAM の違いだが、アーティセンスが得意とする Direct SLAM は特徴点（その物体を一義的に判断できるための特徴となる点をコンピュータで数学的に計算するもの）に依存せず、見たもの（センサーが捕らえた画像情報）全ての情報を使う。これは、単色のカーペットやつるつるの机など Indirect SLAM が特徴点を取れない時には何も認識できないのに対して、写真のようにイメージを全て取るため、情報があまりに多く処理が重くなるが、アーティセンスでは軽い処理ができるようにしている。どちらが良いというものではなく長短がある。

LiDAR SLAM は K u d a n にしかできないが、LiDAR かつ Direct、LiDAR かつ Indirect など全部組み合わせてそれぞれの弱みを補完する方向に動いていく。我々は根本のアルゴリズムが変わらない Visual と LiDAR を両方使えるため、Visual から LiDAR に移行しつつある。だが、Indirect と Direct との間には、論文やアルゴリズムレベルでの違いがあり、移行には非常に時間がかかる。現状のリソースで LiDAR への移行と並行して進めることは難しい。Direct SLAM は、そもそもアーティセンスの CSO であるダニエル・クレーマー教授が第一任者であり、SLAM のロジックそのものの幅を広げるという意味では（組む相手として）アーティセンス以上の会社はない。



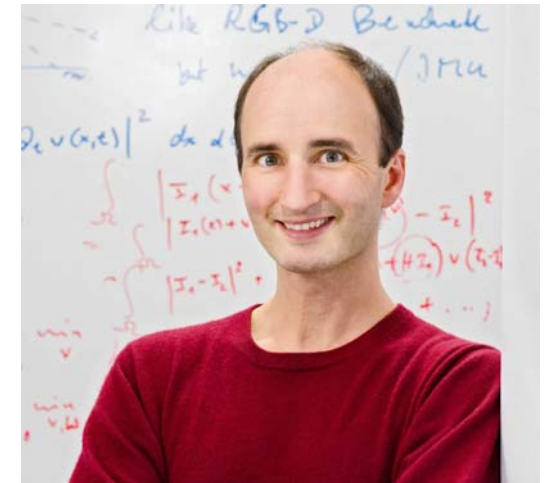
Indirect SLAM（左）はカメラ画像（visual）を高速に処理でき、汎用性が高い。一方、Direct SLAM（右）は緻密な認識が可能で、安定性が高い

アーティセンスのエンジニアは、基本的にソフトウェアのエンジニアでハードウェアの知見がなく Visual から LiDAR への移行が難しい。K u d a n は Indirect から Direct にリープすることが大変だが、両社の技術を足せば両方できる。いきなり合併するのではなく、まずは、K u d a n の LiDAR についてのライブラリーや知見をアーティセンスに渡して、Visual から LiDAR への移行を助ける。同時に K u d a n が Direct SLAM を扱えるようにする。我々が Direct SLAM のノウハウや IP、知見にアクセスし、アーティセンスが LiDAR の知見にアクセスすることは、お互いに 3~4 年分の時間を買うことに相当する。

現状では、低速の AGV で使うにはこの SLAM、高速の移動ではこの SLAM でというようにカスタマイズが必要だが、ハイブリッドが実現した時点でその必要性が一気に減る。

一カスタマイズが不要になるとコストダウンで普及に拍車がかかるか

そういう部分もある。このアプローチは大学からは出てこない。ダニエル・クレーマー教授は Indirect にも非常に詳しいが、Direct SLAM の限界を突き詰めていく。ほかにも S L A M c o r e などスピンアウトの企業があるが、大学のスピンアウトには立ち位置があり、そこからハイブリッドには進まない。



ダニエル・クレーマー教授

それはコマーシャルの世界が担うもので、我々にはそういった意味での誇りはない。Indirect よりも Direct でうまくいくなれば、あるいは LiDAR が Visual よりも良ければそれを使う。我々はいくつものところから良いものを節操なく集めるためアカデミックの人からすると、かなり競争しにくい。コマーシャル側からすると、ダニエル・クレーマー教授と、K u d a n のジョン・マーティン・ウィリアムズ CTO という 2 人の天才がいるため、やはり競争しにくい。



ジョン・マーティン・ウィリアムズ
CTO

ーアーティセンスにもたらされるビジネス上の影響は

アーティセンスは元々ドイツにあり、自動車会社と非常に近い。発祥のミュンヘン工科大学はドイツの超一流の学校で、ダニエル・クレーマー教授のネットワークは大きい。それをK u d a nのビジネスに活かす。逆に日本を中心としたアジアについてはK u d a nが強いため、そこでアーティセンスの力が活きる。K u d a nの強さは、技術力に加えて、戦略や技術の目の付け所の鋭さにある。項大雨 COO とK u d a n U S Aの村井太郎 CEO はともにマッキンゼー出身で、冷静かつロジカルに市場を見て、考え抜いてアプローチする。アーティセンスはテクノロジーエクセレンスに秀でるが、ビジネスの部分は、取り組むべきことを我々が提案する。

中山管理部長：買収の効果について補足すると、アーティセンスはエンジニアを20人ほど擁しており、全員がアルゴリズムを書くわけではなく、顧客と一緒にプロダクトを開発するエンジニアも何人かいて優秀なチームもある。K u d a nの長期大型案件が増えているため、彼らの開発力をK u d a nの案件に当てはめていくと、うまく対応できる。

大野代表取締役：我々のようなR&D型の技術会社は、儲かるからといってプロジェクトを受注すると、いつの間にか受託会社になり、開発が後手に回って会社の形が歪む。K u d a nが請けていない仕事のうち、アーティセンスにとってはプラスになる案件が確実に出てくる。

今後SLAMを開発しようという会社は一気に減ると見ている。アーティセンスもK u d a nもこの業界では知られている会社で、K u d a nは唯一IPOをしたパブリックの会社で資金力がある。アーティセンスはアカデミックの中で最も輝いている会社で、それが一緒になった時に、今の競合他社は、競争ではなく、K u d a nやアーティセンスを使う、あるいは補完するビジネスにシフトしていく。シフトしていくように動かしていく。我々が発信したり、開発人材を招き入れる。ダニエル・クレーマー教授は名声があり、彼の下で開発したい博士はたくさんいる。競合がこれでかなり大きなメッセージを受け取ることになり、圧倒的なシェア獲得の下準備に入る。

ー3段階の買収スキームについて

中山管理部長：基本的にはこちらからのリクエストで作ったスキームだった。可能性がある会社だが、事業化・収益化できていない部分があり業績も赤字で、必ず必要とは思っているものの状況に応じて出資の積み増しを判断できるようにした。

3回目の取得が終わった後でも、彼らのメインエンジニアが引き続きK u d a nグループにコミットしてもらえれば、彼らにとってもプラスになるようなスキームにしている。

大野代表取締役：先進国で自分たちと同等またはそれ以上の技術力を持つ会社を買収して経営していくことができる会社はK u d a nだけだと思っている。そのためにK u d a nは上場した。上場に関しては「これからだ」という感覚だが、この買収については「どうだ」という気持ちがある。PMI（Post Merger Integration）は難しく、日本ではマッキンゼー以上に頼れる会社はないが、当社にはマッキンゼー出身のシニア級の人員がいる。大変であることは確かだが、心配はしていない。

■SLAM マップの不可欠な要素として

—今後注力する点は

SLAM のS は simultaneous のS で、（機械が）地図を作りながら「同時に」自分の位置を把握する。初めて火星に降りる、あるいは原子力発電所の内部に入って地図を作るような場合であれば、地図を作りながら自分の位置を把握する必要がある。SLAM はこれまでアカデミックやエンジニアリング主導だったため、S の部分は挑戦的な注力分野だったが、実際の世界はS である必要がない。

先に地図を作り頻繁にアップデートすることでダイナミックマップ化し、その地図を使って動けばいい。例えば倉庫内では、予め作った地図に従ってAGV（無人搬送車）が走り回れば良く、物品を搬入する都度アップデートすればいい。その部分については、その場で情報を取得してローカライズすることは重要だが、最初に地図が必要である前提がやっと認識されつつある。

また、H E R EやD e e p M a pなどマッピング系の会社もたくさんある。彼らはすごい会社だがSLAM で使うことを考えずに地図を作っている部分がある。例えば日本では左折専用レーンがあり、その情報は人間が入力しなければいけない。HD マップ（高精度 3 次元地図）は人間が見られる地図があって初めて処理できる。自動運転に使うためのSLAM マップは性質が少し異なり、（これらは）レイヤー（層）として統合されなければならないのだが、K u d a nの技術で自動運転の基礎となる地図を作り、アップデートする。

複数の物が走っている地図をどのように作り、統合すればいいのか。これはAGV で考えると分かりやすい。倉庫内で複数のAGV が走る時に、全車両に高額なカメラを付けるとコストが跳ね上がる。最初に、（基礎となる）地図を作る特定の車両が走りながら地図を作れば、主に地図をアップデートするほかの車両には、軽いセンサーを載せるだけでよく、その組み合わせで用途の幅は大きく広がる。



マッピングサービスやそれに続くビジネスは、ものすごい勢いで動き出しており、自動運転だけではなく、倉庫や鉱山、ビルの工事現場などでもニーズが認識されつつある。ドローンやロボット、車で取り組む人もいるが、K u d a n は対象にこだわりはない。スマートシティやマッピングサービスといったビジネスについて、今までほとんど話していないが、かなり大きいビジネスになり、インフラの一部になる。我々が地図専門の会社になることはあり得ないが、地図を作る際に必要なアルゴリズムとしてK u d a n が入る。複数の会社が競合して地図を作るときに、我々がその全てに入るところになり近づいていると見ている。

—米国子会社設立について

市場のニーズがまだそれほど固まっておらず動きがある。いきなり LiDAR の値段が下がり、AGV がにわかに LiDAR に注目し始めた。あるいはマップのニーズが急速に高まり、ある国がいきなり動き出したというように、市場のニーズは、日本や英国では見えにくいこともある、

また、プロダクトの導入時に引き渡した SLAM をすぐに自社で導入できる会社はあるが少ない。最初はある程度支援することが必要で、我々が全てのプロジェクトに関与するわけにはいかないため、現地でどのパートナーと組むべきか判断する。どのような要求があり、いかに深く入っていけるか、どの程度のインパクトのあるプロジェクトなのか判断し、海外ローカルのオフィスが、顧客の離陸まで寄り添う。

—ディープテック分野への投資の今後は

継続的に探し続ける。今は開発力の補完や事業開発のための買収を行った。本来はK u d a n の力の補完だが、これ以外にもバリューチェーンの上流や、我々が使うハードの部分についても決してありえなくはない。今のところそのような候補として上ってきているものではないが、それを横目で見ながら、いったいどこまで行けるのか、どのあたりが我々のスイートスポットなのかを見ていきたい。

■ブルーオーシャンへの浮き輪に

—どのような会社として在りたいのか

「大きく」や「表面で広く」ではなく、深く鋭くという考え方。「眼」が必要なところに必ずK u d a n があるようになることは変わっていない。加えて、マッピングやスマートシティというインフラに不可欠なシャドウプレーヤーとして、表には出ないがK u d a n なしではうまくいかないという状況になるメドが付きつつある。

K u d a n U S A の村井 CEO が米国にいて、LiDAR の新興企業とコンタクトが取れた。LiDAR 業界はレッドオーシャンの状況にある。どの LiDAR にも依存していない我々は、彼らをブルーオーシャンに引き出すための浮き輪的な企業として存在している。きちんと統合すれば、その LiDAR はより使いやすくなる。あるいは使える範囲が広がり、競合と差別化できる。

米国の元気のいいベンチャーと深いレベルで連携することで、我々の世界が広がると見ている。今後伸びていく重要なパートナーの位置付けもずいぶん見えてきた。対象はベンチャーで、我々が出資するわけではないが、我々のソフトで彼らのビジネスが良くなり、結果として市場を支配できる可能性が出てくる。

—投資家に向けてひとこと

中山管理部長：短期的な業績も重要と捉えているが、中長期的にK u d a nがどれだけ深く広くグローバルレベルで展開できるかも同じく重要視していて、それに伴い、売り上げや利益を拡大していけると考えている。このような経営目線を投資家にご理解頂けるよう今以上にメッセージの発信、および着実な結果を出していきたいと考えている。世の中の技術的な革新に伴って結果が出る側面があり、そのような革新の際に深く関わっていただけるよう先を見据えて事業を展開している。

—今後上場を考えている企業にひとこと

大野代表取締役：私はもともと起業家志望でもなかったし、上場したくて会社を興したわけではなかったため、スタンスが少し違うかもしれないが上場して良かった。アーティセンスの買収のようなことをできるための基盤となり、また、今まで話ができなかった大きい会社と直接話せるようになり、世界が圧倒的に広がった。

中山管理部長：上場をすると大変なことも出てくるが、ビジネスとして実現したいものがあれば上場はその助けになる。上場して何がしたいか、何をできるようにしたいかに尽きると思う。

画像などの出典：K u d a n資料（2020年2月）

[2020/1/29：キャピタルアイ・ニュース 鈴木 洋平]