

深層学習技術の産業応用を目指す
Preferred Networks長谷川 順一[†], 米 辻 泰山[†]

長谷川 順一 最高執行責任者

創業者の西川、岡野原は、西川が東京大学大学院時代にACM-ICPC国際大会で知り合った東大、京大チームを主なメンバーとして、2006年に資本金30万円でPreferred Infrastructure (PFI) を創業しました。当時は給料もなく学生たちが力を合わせ、企業向けの検索エンジン、レコメンドエンジンを開発していました。西川は1年でうまくいかなかったら会社をたたもうと考えていたようです。ビジネスのことは右も左もわからない学生たちが手探りで営業活動を行い、まだ知名度もないPFIの製品を扱ってくれた企業に出会えたことが奇跡の第一歩となります。

岡野原は情報分野で初めて東京大学総長賞を受賞した天才。趣味は論文を読むこと。小学校五年生の時にデータ圧縮技術に興味を持ち、お母さんと一緒にデパートに買い物に行き一人待っている間に論文を読んでいて、その論文が彼の疑問を解き足が震えたという逸話があります。私が彼と知り合ってから社外ですれ違う時には必ずと言っていいほど片手に論文を持って歩いていました。

岡野原は博士課程に進学し、その後US Googleのインターンに行きます。Googleからの誘いを断ってPFIに戻って来たとき、西川はこの日ほど嬉しかったことは無かったと今でも言っています。

岡野原が学生時代に研究していたのは自然言語処理、機械学習分野で、この両分野を同時に研究している研究者は当時ほとんどいませんでした。彼は経済産業省の「未踏プロジェクト」で検索エンジンを開発しており、西川もまた未踏プロジェクトでHPC（ハイパフォーマンスコンピューティング）の研究をし、それらをベースにPFIで検索エンジンを商用化します。ニュースサイトなどでは関連記事情報が出てきますが、自然言語処理と機械学習を組合せて自動化したPFIの技術がNHKニュースや朝日新聞のニュースサイトに採用されました。

[†] 株式会社Preferred Networks

"Start-Up Businesses (2): Preferred Networks Aims to Promote Business Utilization of Deep Learning" by Junichi Hasegawa and Taizan Yonetsuji (Preferred Networks, Inc., Tokyo)

私がソニーから転職してPFIに参加したのは2011年1月です。転職の理由は、西川、岡野原が第2の井深さん、盛田さん（ソニーの創業者）になれる才能があると感じ、この2人となら昔のソニーのように技術オリエンテッドな企業として、停滞していた日本を変えられると考えたからです。その当時のPFIはどこからも資金調達せずに自力で事業を行っており、資金調達計画も事業計画もまったくなく、何でこんな契約条件で業務を受けているんだという状況でした。

しかし、最初に驚いたのはある課題を解決するためのライブラリー開発で3ヵ月の業務委託を受けた時でした。契約に多少時間が（と言っても2週間ほど）かかりましたが、契約を締結した時には担当エンジニアがもう完成していますと完璧な成果物を納品してしまったことがあります。アルゴリズム、コードを開発するスピードは尋常ではありません。西川、岡野原と一緒に起業したことがそもそも奇跡で、会社の知名度やお金よりも、この2人と一緒に仕事をしたいという強者達が集まって来ていました。「最先端の技術を最短で実用化する」それがPFIの目標でした。

検索エンジンの事業が順調に成長する一方で、西川の頭の中をかき回したのが2012年から顕著な成果を出し始めた深層学習技術です。そこにいち早く目をつけた西川、岡野原は、これから深層学習技術によってどのようなビジネスが出現し、自分たちがその先端をどのように走れるのかまったくわからない状況で賭けに出ました。その少し前の2011年から、NTT研究所と機械学習の分散フレームワークの「Jubatus（ユバタス）」を共同開発していましたが、自然言語はデータ量が少なく、データを分散処理するまでもない。それならば大量にデータを生み出すIoTデータを扱えばいいと考えたわけです。IoTと深層学習技術を組合せて事業を行おうとピボットしました。今後はデータがエッジ側で大量に産み出されるため、ネットワークのアーキテクチャも変えなければならないと、エッジヘビーと言い出したのは世界でも岡野原が最初でした。一方、それまで順調に成長していた検索エンジン事業は、事業を継続したいメンバーに譲渡してスピンアウトさせました。それより少し前に、新事業の方もPFIからスピンアウトして2014年3月にPreferred Networks (PFN) を設立しました。PFNの設立当



初は深層学習を適応する事業領域を定められず、仮説と検証の繰り返しでした。最初は画像解析によるスーパーやコンビニエンスストアのマーケティング分析を試みましたが、がっちり提携できるようなよいパートナーに巡り合えず、さっさと撤退しました。自動運転も当初はある自動車会社さんとPFI時代から1年ぐらい話をしていましたが、こちらもスピードが上がらず予算もつかなかったため撤退となりました。

そこで、ソニー時代に一緒にPlayStation3を開発していた仲間が、トヨタに転職していたため声をかけたところ、彼も西川のことを知っており社内調整に奔走してくれて、トヨタとの自動運転開発が2014年10月からスタートします。PFNとしての最初のビジネスです。トヨタの経営判断が非常に早かったこと、PFNの実力を理解してくれていたことにより、他の自動車会社ではまったく進まなかった話がトヨタではあっという間にスタートとなりました。

次に出会ったのがファナックです。PFI時代にNTTとJubatusと一緒に開発していたので、エッジヘビーコンピューティングで何か提案できるのではないかと、NTTコミュニケーションズの営業の方から一緒にファナックに行かないかとお誘いを受けて、11月下旬、雪が積もっている中、山梨県忍野村まで深層学習の説明をしに出かけました。訪問当日ファナックの担当の方は会っていきなり「急遽社長に呼ばれてしまったので、30分しか時間ありません」ということで、まともな説明もできずに、なんだよーという気持ちで帰ってきたのを鮮明に覚えています。それから数週間して、また説明に来てくれないかとお声がかかり、渋々と出かけたところ今度は、50人程のエンジニアが集まっていて、いきなり講演会のような状態になりました。そこには専務レベルの人も出席されており、稲葉社長(現会長)はその日は別件があって残念ながらお会いできませんが、是非協業を前提にお話しさせていただきたいということでした。その後、稲葉社長とは東京で西川、岡野原とともにお会いさせていただき、出資も含め協業のお話を進めたいと言われます。後日、西川、岡野原はファナックの工場見学に行き、ロボットがロボットを作っている現場を見てファナックの技術力の高さに驚かされます。同時に深層学習の技術を適応すればロボットとロボットが協調してもっと自動化できるという感触を持ったようで、帰りの車の中で2人とも非常に興奮していました。ファナックともすぐに共同開発がスタートしています。このように、トヨタにしてもファナックにしても、技術を正確に理解してその分野に投資するかどうかを素早く判断できるスピードを持った企業だったため、信頼関係を構築できたのだと思います。また両社とも、われわれを下請けにしようとはせず、対等なパートナーとして向き合ってくれます。ありがたいことに、PFNは日本の宝なので、PFN自体が大きくなることも応援するとも言ってくださいました。

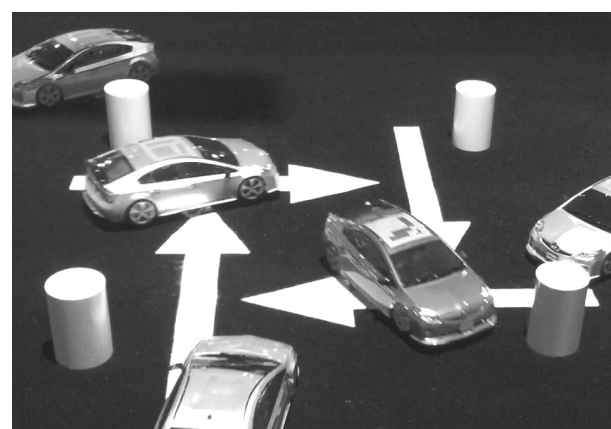


図1 2016年1月CESトヨタブースでの自動運転ミニカーのデモ



図2 2017年2月日本ベンチャー大賞「経済産業大臣賞」授賞式
(左から2人目が西川、一番右がファナックの稲葉善治会長)

PFNは開発スピードを加速して、世界と戦うため、PFIとは違って資金調達をするという方針でスタートしました。ただし、単にキャピタルゲインを求める投資家からの資金調達ではなくて、事業としてWin-Winであり、信頼関係を構築してお互いが成長できる事業者から出資を受けようと考えました。そして2015年までにトヨタ自動車、ファナック、NTTから出資を受けています。トヨタ自動車とは自動運転、コネクテッドカー領域で(図1)、ファナックとは工作機械、ロボット領域でAIによる自動化を目的に共同開発を行っています(図2)。また、国立がん研究センターとはがんを早期発見するための共同開発を行っており(図3)、現在は交通システム、製造業、バイオ・ヘルスケアがPFNの注力事業領域となっています。

また2017年12月には、博報堂DYHD、日立製作所、みずほ銀行、三井物産からも新たに出資を受け、今後各社との協業を進める予定です。PFNが協業するどの企業も団体も、各分野の優良なデータを豊富に持っています。そのデータに接触できたのは私たちが技術力を示し、信頼関係を構築して来たからこそです。企業の生命線はデータにあり、誰



図3 2016年11月国立がん研究センター等との協業発表会
(左から2人目が岡野原)

もが触れられるわけではありません。今まで門外不出のデータまで扱うことが可能となっています。それはPFNのビジネスモデルにもあります。すべてがExclusiveな協業というわけではありませんが、私たちはパートナー企業と共同で開発した技術と同じ分野で横展開しません。もちろんわれわれが独自に開発した技術は横展開もしますが、データが重要な社会になって来た現在、電気業界が採った水平分業モデルから垂直統合のビジネスモデルに進むのではないかと考えています。自分のところで技術を保有していない企業は他社の技術を採用しなければなりません。そこに重要なデータを渡さないと精度は上げられないし、各企業から優良なデータを獲得しつつ横展開されてしまっただけでは、競争力が維持できないという悪循環に陥ります。一度採用した技術はなかなか切替えることができないので、企業にとって技術戦略は非常に重要です。データを集めるにもインフラコストが膨大にかかります。そこに投資できる企業しか生き残れないのではないかと考えており、このような観点からも将来を見据えてWin-Winになれる事業者の

方と手を組んでいます。

PFNの競争力はPFI時代から受け継がれてきた、ACM-ICPC国際大学対抗プログラミングコンテストでのファイナリスト、数学オリンピックチャンピオン、未踏プロジェクト出身者など優秀な人材によって支えられています。コンピュータ分野だけではなく、幅広い分野の人材が世界中から集まって来ており、現在応募者の50%以上が海外からで、日本で働きたいというエンジニアが増えて来ていることを実感しています。社員は100名を超えて、毎月数名が入社して来ている状況です。そしてもう一つ重要なのは、このスーパーエンジニア達が使う計算パワーです。彼らはいろいろなアルゴリズムを作り出し試行錯誤しますが、計算時間がボトルネックになってしまうと、それだけで競争に負けてしまいます。ある企業で4日かかる処理を15分で完了できれば開発スピードでも負けません。PFNが占有利用するプライベートスーパーコンピュータ「MN-1」は、2017年11月のスーパーコンピュータ性能ランキングを示すTOP500リスト (<http://www.top500.org>) において、産業領域 (Industry Segment) のスーパーコンピュータにおける世界12位、国内1位として登録されています。

2015年6月にはDeep Learningフレームワーク「Chainer® (チェイナー)」(<https://chainer.org/>) をOSSとして世の中に出し、Preferred Networksという社名よりも、むしろChainerが世界的に知られる存在に成長しています。2017年4月にはIntel、同5月にはMicrosoftとも提携し、現在はNvidia、Cisco、IBMを含め、世界の大手IT企業がChainerの開発を進めています (図4)。

米辻泰山 エンジニア (PaintsChainer開発者)

現在PFNで提供しているサービスに、「PaintsChainer® (ペインツチェイナー)」という線画に対する自動着色を行うwebサービスがあります。リサーチやインダストリーに

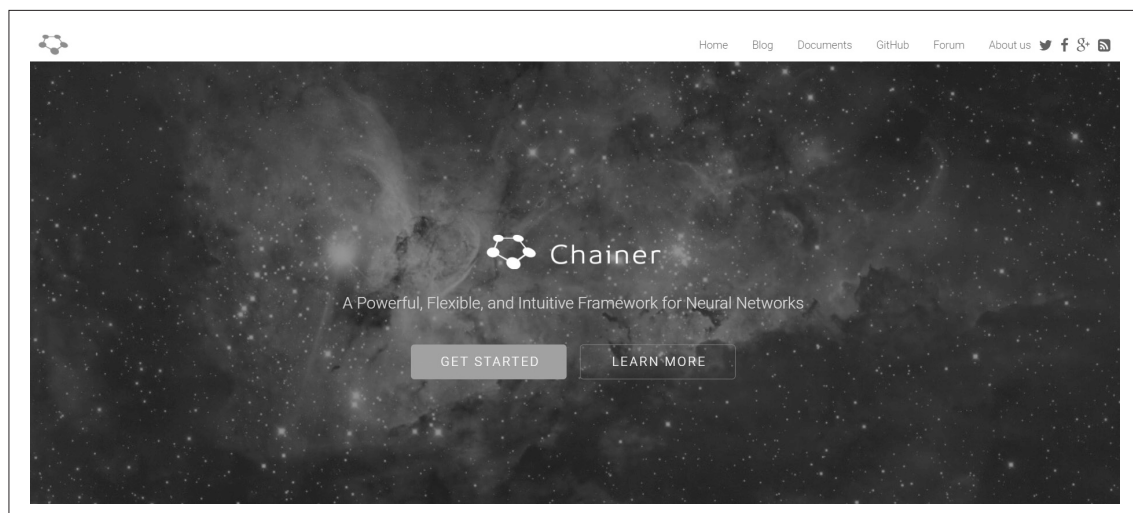


図4 Chainerの公式サイト



力を入れているPFNの中で、PaintsChainerはやや異色なプロジェクトになっています。というのも、実はPaintsChainerはディープラーニングの勉強を行うために、私が元々趣味で始めたプロジェクトでした。

PFNに入社して半年ほどはロボットエンジニアとして、Amazonが主催するロボットコンテストAmazon Picking ChallengeやIT技術とエレクトロニクスの国際展示会CEATECなどのイベントに向けてハードウェアを中心に何でも屋的なことをやっていました。しかし、せっかくPFNに入社したのだから、ディープラーニングとそのフレームワークであるChainerを勉強しようと考え、選んだ題材が線画の自動着色でした。PFNには20%ルールというものがあり、自分のやってみたい研究提案をすれば業務時間の20%まではそのプロジェクトに当てて良いことになっています。最初はこの制度を利用して2016年11月ごろ、開発をスタートしました。

白黒写真に対する自動着色は既存の研究が出てきていましたが、イラストの線画に着色をするのはより情報量が少ないという点で難しいものでした。しかし、当時すでにGAN (Generative Adversarial Network) と言われる手法で、低解像度であれば「イラストっぽいもの」、「顔っぽいもの」は自動で作れるようになってきており、線画に対する自動着色も充分可能なのではないかと思って開発をはじめました。

実際に開発をやりだしてみても意外だったのは、元の画像からいくらかヒント情報を与えてやればGAN的な手法を使わない、非常にシンプルなネットワークで充分それっぽく色をつけることができるということでした。

しかしヒント情報がないと、全部の画像がセピアっぽく着色され、あまり色が付けられないということもわかりました。これは、単純に元の画像を復元するという学習を行うと、人間でも正解ができないような難しすぎる問題になってしまい、どの色なのかを当てに行くより、グレーっぽい色を使って平均点を上げた方がいいという学習をしてしまったためです。

そこで、ヒント情報に加えてGANを用いた学習モデルのトレーニングを行いました。

GANというのは、学習目標となる評価自体も学習するというものです。つまり、画像の違和感を見つけてダメ出しをするネットワークを学習して、だんだん違和感をなくしていくということです。

例えば、前述したように色を塗るネットワークがセピア色ばかり出力すると、例えば平均値では元画像との差が少なくても、違和感を見分けるネットワークがすぐにセピア色ばかりなのはおかしい、と学習してスコアを下げるので、色を塗るネットワークも適当でいいからカラフルな色を塗っていかなくてはなりません。

そういった手法の勉強と実装を繰り返してモデルのト



図5 Chainer Advent Calendarのブログで線画への自動着色技術について投稿

レーニングを行いました。この頃は非常に楽しかったので、趣味の研究として、帰宅しても深夜までコードを読んだり書いたりしていました。

ある程度形になったので、Chainer Advent Calendar 2016というブログを書いていくイベントで記事を書かせてもらいました(図5)。すると、Twitterを中心に大きな反響を頂くことができました。

本当は研究論文を出すことも検討したのですが、実は似たような手法の論文がブログを書く何週間か前に投稿されており、ディープラーニング業界は競争が激しいなど実感していました。

ですが、せっかくの高評価を頂いたものだったので、約1ヵ月後にPFNのGPUサーバを借りてwebサービスとして公開(https://paintschainer.preferred.tech/index_ja.html)しました。また、ソースコードや学習済みのモデルについてもgithubで公開しました。

すると、前回のブログ記事よりも実際に使える！ということでもさらに大きな反響を頂くことができました。このようなイラストの自動着色は、自由に使えるwebサービスとしては世界初だったので、日本だけでなく、海外の方からの反響も非常に大きかったのが印象的でした。

最初にTwitterで大きくバズってサーバ負荷が上がった時は、会社のGPUサーバを急遽サービスに投入させてもらったり、処理の改善を同僚に手伝ってもらったりして何とか乗り切ることができました。

もともとロボットチームのエンジニアとして働いていたのですが、今ではこちらのPaintsChainerの開発、展開をメインの仕事にさせてもらっています。自分の作ったプロダクトをさらに発展させ、世に広めていくという非常にやりがいのある仕事だと感じています。2017年5月には、Pixiv社とAPI連携を行って、自動着色機能をpixiv Sketchに提供したり(図6)、2017年年末の冬のコミックマーケットにデモブースを出展してサービス認知を高めたりといった活



図6 2017年5月pixiv SketchとPaintsChainerの連携を発表



図8 PaintsChainerによる線画着色 イラスト提供：おがた



図7 2017年12月冬コミのPaintsChainer体験ブース

動を行っています(図7, 図8)。

PaintsChainerはPFNが開発しているChainerというディープラーニングフレームワークを用いて作られています。こういったフレームワークがきちんと整備されていたからこそ、短期間でアプリケーションを開発できるレベルまで持てたのだと思います。また、PFNの事業の中核になっていると言っても過言ではないこのChainerその

ものも、実は一人のリサーチャーの個人的なプロジェクトから開発が始まっています。

このように、PFNはエンジニアやリサーチャーが自由な発想で新たなモノを作り出すことを、会社としても、社員の間でも、非常に応援、推奨してくれています。その信頼と期待にこれからも応えるべく、時にはくだらないことに見えても、時には無茶なことに見えたとしても、さまざまな新しいことに挑戦していきたいと思っています。

(2018年1月11日受付)



はせがわ じゅんいち
長谷川 順一 1986年、ソニー(株)入社。プラットフォーム技術部統括部長等を経て、ソニーコンピュータエンタテインメントにて、PlayStation3の開発担当。2010年、退社。2011年、(株)Preferred Infrastructure入社。最高戦略責任者。2014年、(株)Preferred Networksを設立し、最高執行責任者に就任。



よみつじ たいざん
米辻 泰山 東京大学工学精密工学科卒業、東京大学大学院工学系研究科修了。大学時代はロボコンサークルRoboTechでメカニクを担当。IPA未踏人材育成事業に採択。その後、大手ロボットメカ研究職、フリーランス等を経て、2016年、(株)Preferred Networks入社。PFNが提供するオープンソースの深層学習フレームワークChainerを用いて、線画の自動着色サービスPaintsChainerを開発し、2017年1月に公開。