 技術と特許をつなぐ  
パテントガイドブック

人工知能 シリーズ

# 人工知能を応用する プロセス制御

2018.8

**ネオテクノロジー**  
NeoTechnology Inc. 技術と特許

# 人工知能AIを応用するプロセス制御

## 本書で取り上げる技術対象

化学プラントの運転においては、温度や圧力、流量などのプロセス量と呼ばれる制御因子を精度よく計測しプロセスを制御する技術が必要となります。しかし、上記プロセス量は制御目標との相関を定量的に捉えにくく、さらに制御因子の数が多く複雑に錯綜していることから、経験や実績に依存している部分が多いのも事実です。一方、ニューロネットワークやディープラーニングなどの機械学習機能を使った人工知能（AI）の進歩はめざましく、複雑な系の学習や解析など広い分野にわたり適用が始まっています。

今回は、化学操作や化学処理を中心とした製造プロセス適用された人工知能（AI）に関する特許調査を行い、プロセス量の計測・故障診断・異常検知・ばらつき予測・シミュレーション等の観点から重要と思われる技術を選んでいきます。

2018年8月

## ◆ガイドマップの説明

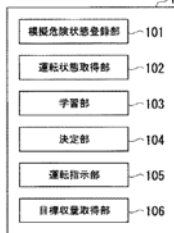
観点（アングル）	件数	定義
化学物質のプロセス量の予測・推定	35 件	計測が困難なプロセス量を予測・推定する特許情報を取り上げました。溶鋼中のカーボン濃度の推定、排ガス制御装置などが含まれています。
製造状態の診断	15 件	プロセスが逸脱する指標を AI で学習し計測した特性値との比較から製造状態を診断する特許情報を取り上げました。プラントの模擬危険状態と運転状態を比較してパラメータを決定する制御も含まれています。
異常検知の高速化	3 件	制御対象の異常検知に AI を応用するにあたり、処理を高速化する特許情報を取り上げました。保守コストの低減を図る技術なども開示されています。
プロセスばらつきの予測	4 件	プロセス量の計測ばらつきを判別し、その根本原因を AI で分析する特許情報を取り上げました。半導体製造プロセス等で、製造上避けられないばらつきを最小限に抑えるようとするものです。
加工プロセスの最適化	4 件	加工順序を学習する学習部(AI)を設けた生産プロセスに関する特許情報をとりあげました。レーザー加工や工作機械の加工順序の組み換え等により、加工サイクルタイムを最適化して短縮する技術が開示されています。
部品寿命の推定	5 件	生産設備の稼働情報を学習し、部品の部品寿命の推定を行う特許情報を取り上げました。計測用デバイスや工作機械の工具等の故障が生じる時期の推定に応用されています。
故障予兆判定	14 件	機械設備の故障予兆を示す正常状態からのズレを、簡便にかつ精度よく捉える特許情報を取り上げました。AI が予測される故障の確率を算出し、故障確率を判定することが目的です。
シミュレーション	2 件	収集したプロセスデータをもとに学習した予測モデルを使って、プラントの監視を助けるシミュレーションを行う特許情報を取り上げました。未稼働の制御対象に適用することが可能な制御装置にも適用されています。
参考情報	6 件	本テーマに直結しない特許情報であっても、これからの研究開発や発明導出に参考になると考えられる特許情報を取り上げました。

(計 87 件)

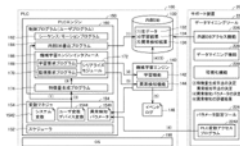
# ガイドマップ (目次)

分類の特徴を示す代表的な特許図面を掲載しています

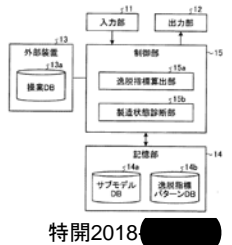
特開2018-036888  
横河電機株式会社



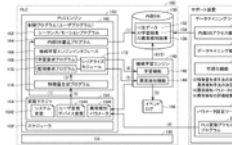
特開2018-097662  
オムロン株式会社



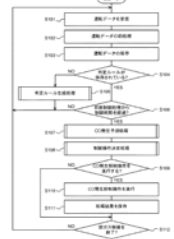
特開2018-  
[Redacted]



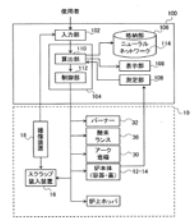
特開2018-  
[Redacted]



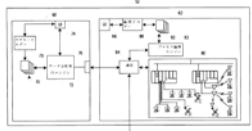
特開2018-  
[Redacted]



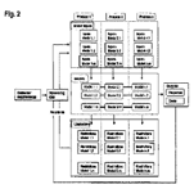
特開2018-  
[Redacted]



特開2018-070926  
JFE条鋼株式会社



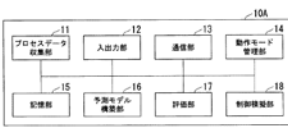
特開2015-0-  
[Redacted]  
インコーポレイテッド



特表2015-530632  
ノルスク・ヒドロ・  
アーエスア



特表2015-508915  
[Redacted]  
[Redacted]



特WO2016-203757  
日本電気株式会社

特開2018-092511  
三菱重工業株式会社

特開2018-005393  
安川情報システム  
株式会社

特開2013-  
[Redacted]

製造状態の  
診断  
P.113

異常検知の高速化  
P.155

プロセス  
ばらつき予測  
P.167

化学物質の  
プロセス量の  
予測・推定  
P.1

人工知能シリーズ  
人工知能AIを応用する  
プロセス制御  
ガイドマップ(HH)  
©NeoTechnology

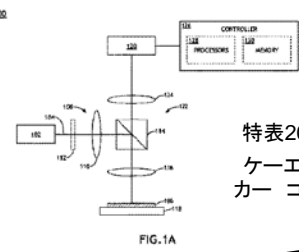
加エプロセス  
の最適化  
P.185

参考情報  
P.257

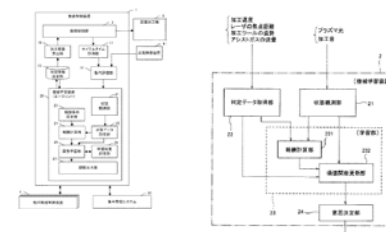
シミュレーション  
P.251

故障予兆  
判定  
P.211

部品寿命  
の推定  
P.195

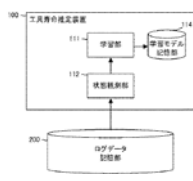


特表2018-515911  
ケーエルエーテン  
カー コーポレイション

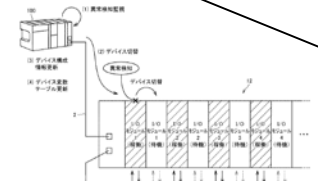


特開2018-106417  
ファナック株式会社

特開2018-  
[Redacted]



特開2018-  
[Redacted]



特開2018-097663  
オムロン株式会社

IPC/FIガイド P.278  
掲載特許一覧 P.281

# 化学物質のプロセス量 の予測・推定

## アングルの定義

計測が困難なプロセス量を予測・推定する特許情報を取り上げました。溶鋼中のカーボン濃度の推定、排ガス制御装置などが含まれています。

(51) Int.Cl.	テ-マコード' (参)	F I	(21)特願2016-206567
F23G 5/50 (2006.01)	3K062	F23G 5/50 ZAB H	
F23G 5/027 (2006.01)	3K161	F23G 5/50 F	(22)平成28年(2016)10月21日
		F23G 5/50 N	
		F23G 5/027 B	

【Fターム】3K062 AA11 AA16 AB02 AB03  
AC01 BA02 CB08 DA22  
DB05

[ 続きあり ]

(71)出願人 株式会社神戸製鋼所  
(72)発明者 江口 徹

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号

(54)【発明の名称】ガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置及び排ガス制御方法

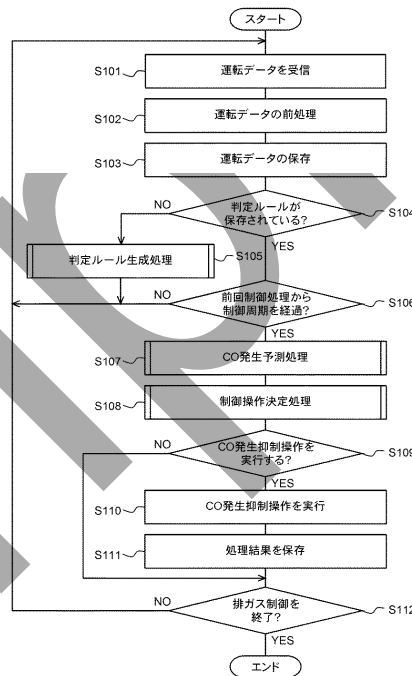
(57)【要約】

【課題】運転員による手動操作を必要とせず、COガスの排出量を抑制できるガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置及び排ガス制御方法を提供する。

【解決手段】

排ガス制御装置は、ガス化溶融炉プラントの溶融炉の出口から流出するO<sub>2</sub> ガスの濃度と、前記ガス化炉の内圧とを取得し、取得されたO<sub>2</sub> ガスの濃度及びガス化炉内圧に基づいて、溶融炉から排出されるCOガスの発生を予測する。排ガス制御装置は、COガスの発生が予測された場合に、COガスの発生を抑制するように溶融炉に流入させる空気量を設定する。

【選択図】図3



【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス化溶融炉プラントにおけるCOガスの発生を抑制するための排ガス制御装置及び排ガス制御方法に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

廃棄物を焼却するためのガス化炉及び前記ガス化炉によって生じた炭分を溶融させる溶融炉を有するガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置であって、前記溶融炉の出口から流出するO<sub>2</sub> ガスの濃度と、前記ガス化炉の内圧とを取得するデータ取得手段と、前記データ取得手段によって取得された前記O<sub>2</sub> ガスの

濃度及び前記内圧に基づいて、前記溶融炉から排出されるCOガスの発生を予測する予測手段と、前記予測手段によって前記COガスの発生が予測された場合に、前記COガスの発生を抑制するように前記溶融炉に流入させる空気量を設定する設定手段と、を備える、ガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項2】

前記予測手段は、前記O<sub>2</sub> ガスの濃度の最小値及び前記内圧の最大値に基づいて、前記COガスの発生を予測するように構成されている、請求項1に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項3】

前記予測手段は、前記 $O_2$ ガスの濃度の時間変化率、前記 $O_2$ ガスの濃度の時間積分値、前記内圧の時間変化率、及び前記内圧の時間積分値にさらに基づいて、前記 $CO$ ガスの発生を予測するように構成されている、請求項2に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項4】

前記予測手段は、前記 $O_2$ ガスの濃度の時間積分値として、予め設定された第1基準値未満の $O_2$ ガスの濃度の時間積分値を使用し、前記内圧の時間積分値として、予め設定された第2基準値を超える前記内圧の時間積分値を使用するように構成されている、請求項3に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項5】

前記予測手段は、前記 $O_2$ ガスの濃度の最大値、予め設定された第3基準値を超える $O_2$ ガスの濃度の時間積分値、前記ガス化炉内に設けられた砂層の温度、前記ガス化炉に接続された風箱内の圧力、前記風箱内の圧力の時間変化率、前記風箱から前記ガス化炉に供給される空気量の時間変化率、前記ガス化炉への廃棄物の供給速度、前記供給速度の時間変化率、前記砂層の温度の期間上昇量、及び前記砂層の温度の期間変化量の時間積分値のうち少なくとも1つにさらに基づいて、前記 $CO$ ガスの発生を予測するように構成されている、請求項4に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項6】

前記 $O_2$ ガスの濃度及び前記内圧を含む条件と、前記 $CO$ ガスの発生の有無を示す結果とを有する予測ルールを、前記 $O_2$ ガスの濃度、前記内圧、及び前記 $CO$ ガスの濃度の実績値に基づいて生成する生成手段をさらに備え、前記予測手段は、前記生成手段によって生成された前記予測ルールを用いて、前記 $CO$ ガスの発生を予測するように構成されている、請求項1乃至5の何れかに記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項7】

前記生成手段は、決定木学習により前記予測ルールを生成するように構成されている、請求項6に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項8】

時刻 $t - T1$ （但し、 $T1 > 0$ ）から時刻 $t$ までの入力期間における前記 $O_2$ ガスの濃度及び前記内圧を含む実績値である入力データと、時刻 $t + T2$ から時刻 $t + T3$ （但し、 $T3 > T2 > 0$ ）までの出力期間における前記 $CO$ ガスの濃度の実績値に基づく前記 $CO$ ガスの発生の有無を示す出力データとを含む学習データを作成する

作成手段をさらに備え、

前記生成手段は、前記作成手段によって作成された学習データに基づいて、前記予測ルールを生成するように構成されている、

請求項7に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項9】

前記作成手段は、前記出力データが $CO$ ガスの発生があることを示す学習データと、前記出力データが $CO$ ガスの発生がないことを示す学習データとを、異なる比率でそれぞれ含む複数の学習データセットを作成するように構成されており、

前記生成手段は、前記学習データセットに含まれる前記学習データに基づいて、前記予測ルールを生成するように構成されている、

請求項8に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項10】

前記入力期間における前記 $O_2$ ガスの濃度及び前記内圧を含む実績値である入力データと、前記出力期間における前記 $CO$ ガスの濃度の実績値に基づく前記 $CO$ ガスの発生の有無を示す出力データとを含む評価用データに対して、前記結果が $CO$ ガスの発生があることを示す複数の前記予測ルールを適用し、前記予測ルールと条件及び結果が共に適合した前記評価用データ数に基づいて、前記 $CO$ ガスの発生の予測に使用する前記予測ルールを選別する選別手段をさらに備え、

前記予測手段は、前記選別手段によって選別された前記予測ルールを用いて、前記 $CO$ ガスの発生を予測するように構成されている、

請求項8又は9に記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項11】

時刻 $t$ における前記 $O_2$ ガスの濃度及び前記内圧を含む条件と、前記時刻 $t$ よりも後の時刻 $u$ において前記予測ルールが成立すること示す結果とを有する第2予測ルールを、前記 $O_2$ ガスの濃度、前記内圧、前記 $CO$ ガスの濃度の実績値、及び前記予測ルールに基づいて生成する第2生成手段をさらに備え、

前記予測手段は、前記第2生成手段によって生成された前記第2予測ルールをさらに用いて、前記 $CO$ ガスの発生を予測するように構成されている、

請求項6乃至10の何れかに記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項12】

前記設定手段は、予め設定された第1基準値未満の $O_2$ ガスの濃度の時間積分値に基づいて、前記空気量を設定するように構成されている、

請求項1乃至11の何れかに記載のガス化溶融炉プラントの排ガス制御装置。

【請求項13】

廃棄物を焼却するためのガス化炉及び前記ガス化炉によって生じた炭分を溶融させる溶融炉を有するガス化溶融炉プラントの排ガス制御方法であって、前記溶融炉の出口から流出する $O_2$  ガスの濃度と、前記ガス化炉の内圧とを取得するステップと、取得された前記 $O_2$  ガスの濃度及び前記内圧に基づいて

、前記溶融炉から排出される $CO$ ガスの発生を予測するステップと、前記 $CO$ ガスの発生が予測された場合に、前記 $CO$ ガスの発生を抑制するように前記溶融炉に流入させる空気量を設定するステップと、を有する、ガス化溶融炉プラントの排ガス制御方法。

sample



# 製造状態の診断

## アングルの定義

プロセスが逸脱する指標をAIで学習し計測した特性値との比較から製造状態を診断する特許情報を取り上げました。プラントの模擬危険状態と運転状態を比較してパラメータを決定する制御も含まれています。

(51) Int.Cl. テーモコード' (参) F I  
G05B 23/02 (2006.01) 3C223 G05B 23/02 302 Z

(21)特願2017-130762

(22)平成29年(2017)7月4日  
優(31)特願2016-134040  
先(32)平成28年(2016)7月6日  
権(33)日本国(JP)

【Fターム】3C223 AA05 BA01 CC01 DD01  
FF04 FF05 FF13 FF22  
FF26 FF35 GG01 HH02

[ 続きあり ]

(71)出願人 J F E スチール株式会社  
(72)発明者 平田 丈英

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

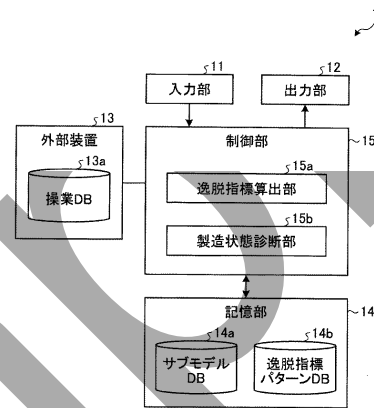
(54)【発明の名称】プロセスの状態診断方法及び状態診断装置

(57)【要約】

【課題】プロセスの製造状態を精度よく、且つ、効率的に診断可能なプロセスの状態診断方法及び状態診断装置を提供すること。

【解決手段】製造プロセスの製造状態診断装置1は、製造プロセスの製造状態を予測する複数のサブモデルの予測誤差からサブモデル毎に算出される製造プロセスの正常状態からの逸脱指標を用いて製造プロセスの製造状態を診断する製造プロセスの状態診断装置であって、サブモデル毎に算出された逸脱指標を要素とするパターンを逸脱指標パターンとして格納する逸脱指標パターンDB14bと、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱指標パターンと類似する逸脱指標パターンが逸脱指標パターンDB14bに格納されている場合、類似する逸脱指標パターンに関する情報を提示する製造状態診断部15bと、を備える。

【選択図】図1



【技術分野】

【0001】

本発明は、製造プロセス等のプロセスの状態診断方法及び状態診断装置に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセスの状態を予測する複数のサブモデルの予測誤差から該サブモデル毎に算出される前記プロセスの正常状態からの逸脱指標を用いて前記プロセスの状態を診断するプロセスの状態診断方法であって、前記サブモデル毎に算出された前記逸脱指標を要素とするパターンを逸脱指標パターンとしてデータベースに格納し、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱

指標パターンと類似する逸脱指標パターンが前記データベースに格納されている場合、類似する逸脱指標パターンに関する過去の情報を提示することを特徴とするプロセスの状態診断方法。

【請求項2】

前記情報には、類似する逸脱指標パターンが得られた時の前記プロセスの条件に関する情報が含まれることを特徴とする請求項1に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項3】

前記逸脱指標パターンを構成する要素数をmとしたとき、各逸脱指標パターンをm次元空間上の点として捉え、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱指標パターンに対応する点と前記データベースに格納されている逸脱指標パターンに対応する点との間の距離に基づい

て類似する逸脱指標パターンを抽出することを特徴とする請求項1又は2に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項4】

類似する逸脱指標パターンに関する過去の情報を類似度が高い順にランキング形式で提示することを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか1項に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項5】

主成分分析又は部分的最小二乗法を利用して前記データベースに格納されている逸脱指標パターンの次元を圧縮することを特徴とする請求項1～4のうち、いずれか1項に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項6】

プロセスの状態を予測する複数のサブモデルの予測誤差から該サブモデル毎に算出される前記プロセスの正常状態からの逸脱指標を用いて前記プロセスの状態を診断するプロセスの状態診断方法であって、前記サブモデル毎に算出された前記逸脱指標を要素とするパターンを逸脱指標パターンとしてデータベースに格納し、前記逸脱指標パターンを構成する要素数を $m$ としたとき、各逸脱指標パターンを $m$ 次元空間上の点として捉え、 $m$ 次元空間上の距離に基づいてデータベースに格納されている逸脱指標パターンを複数のクラスに分類し、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱指標パターンと類似性が高いクラスを $m$ 次元空間上の距離に基づいて抽出し、類似性が高いクラスに分類されている逸脱指標パターンに関する情報を提示することを特徴とするプロセスの状態診断方法。

【請求項7】

主成分分析又は部分的最小二乗法を利用して前記データベースに格納されている逸脱指標パターンの次元を前記クラス毎に圧縮することを特徴とする請求項6に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項8】

サポートベクターマシン、学習ベクトル量子化法、決定木、又は、ディープラーニングを用いて類似性が高いク

ラスを抽出することを特徴とする請求項6又は7に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項9】

各サブモデルに付与された信頼度に応じて前記逸脱指標を修正するステップを含むことを特徴とする請求項1～8のうち、いずれか1項に記載のプロセスの状態診断方法。

【請求項10】

プロセスの状態を予測する複数のサブモデルの予測誤差から該サブモデル毎に算出される前記プロセスの正常状態からの逸脱指標を用いて前記プロセスの状態を診断するプロセスの状態診断装置であって、前記サブモデル毎に算出された前記逸脱指標を要素とするパターンを逸脱指標パターンとして格納するデータベースと、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱指標パターンと類似する逸脱指標パターンが前記データベースに格納されている場合、類似する逸脱指標パターンに関する情報を提示する状態診断部と、を備えることを特徴とするプロセスの状態診断装置。

【請求項11】

プロセスの状態を予測する複数のサブモデルの予測誤差から該サブモデル毎に算出される前記プロセスの正常状態からの逸脱指標を用いて前記プロセスの状態を診断するプロセスの状態診断装置であって、前記サブモデル毎に算出された前記逸脱指標を要素とするパターンを逸脱指標パターンとして格納すると共に、各逸脱指標パターンは、逸脱指標パターンを構成する要素数を $m$ としたとき、各逸脱指標パターンを $m$ 次元空間上の点として捉え、 $m$ 次元空間上の距離に基づいて複数のクラスに分類されているデータベースと、新たに得られた変数の実績値から算出された逸脱指標パターンと類似性が高いクラスを $m$ 次元空間上の距離に基づいて抽出し、類似性が高いクラスに分類されている逸脱指標パターンに関する情報を提示する状態診断部と、を備えることを特徴とするプロセスの状態診断装置。

# IPC/FIガイド

sample

# IPC/FIガイド

深掘した調査を行う上でのガイドとしてもご利用いただけます。深掘調査には特許分類 IPC（国際特許分類）や日本特許庁独自の FI（ファイルインデックス）を使うと便利です。この IPC/FI ガイドでは、本書で実際にとりあげた全アングルの特許情報に用いられている IPC と FI を抽出し、掲載しています。実際の公報に付与されている IPC と FI を知り、それに基づいて類似の公報を探る場合の手がかりとしてご利用いただくことを目的としています。IPC、FI の説明は「特許情報プラットフォーム」をご参照ください。

「特許情報プラットフォーム」<https://www.j-platpat.inpit.go.jp/>

## 人工知能 AI を応用するプロセス制御 上位 5 位の IPC/FI

- ・ 頻出度上位 5 位までを掲載しています。
- ・ IPC は発明情報、付加情報の区別なく集計しています。
- ・ FI は公報フロントページではなく、審査経過情報に付与されている FI を記載しています。編集時点で審査経過情報の無いものは除いています。

化学物質のプロセス量の予測・推定: 35 件

IPC	件数	FI	件数
G05B13/04	9	G05B 13/04	9
G05B23/02	7	G06N 3/08	6
	6	C04B 7/36	6
	6		5
	5		4
	5		4

製造状態の診断: 15 件

IPC	件数	FI	件数
G05B23/02 (20060101)	9	G05B 23/02 302Z	3
G05B13/02 (20060101)	2	G05B 23/02 301Y	2
	2		2
	1		1
	1		1
以下続く		以下続く	

# 掲載特許一覧表

sample

