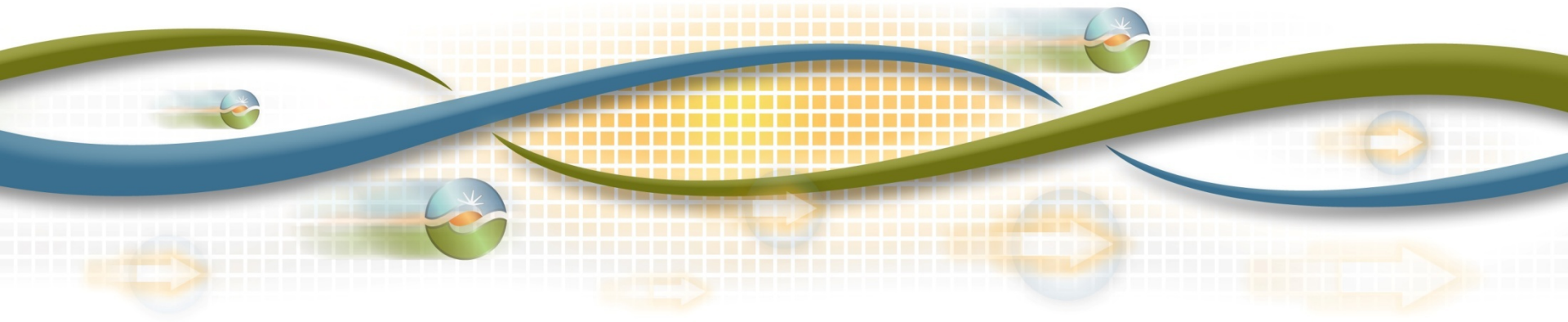


DOCKETED	
Docket Number:	18-IEPR-07
Project Title:	Doubling Energy Efficiency Savings
TN #:	223683
Document Title:	Exploring the CAISO Hourly GHG Emission Data
Description:	Presentation by Shucheng Liu for June 7, 2018 IEPR Workshop on Doubling Energy Efficiency Savings
Filer:	Stephanie Bailey
Organization:	California Energy Commission
Submitter Role:	Commission Staff
Submission Date:	6/5/2018 10:48:40 AM
Docketed Date:	6/5/2018

Exploring the CAISO Hourly GHG Emission Data

Shucheng Liu, Ph.D.
Principal, Market Development

June 7, 2018



CAISO tracks GHG emission by electricity generation to serve its demand.

- To support the California AB 32 and increase transparency of Greenhouse Gas (GHG) effects of serving its demand, the CAISO tracks the emissions and publishes two reports
 - Monthly GHG Emission Tracking Report
(<http://www.caiso.com/market/Pages/ReportsBulletins/RenewablesReporting.aspx#ghgreport>)
 - Today's Outlook – Emissions
(<http://www.caiso.com/TodaysOutlook/Pages/emissions.aspx>)

CAISO GHG emission is an estimation, not the official data.

- It is challenging to accurately capture the GHG emission associated with the electricity imported to serve the CAISO demand
- CAISO calculates GHG emission based on the best available information and method
- California Air Resource Board (CARB) has the official GHG emission data

CAISO method for GHG emission calculation

- Resource-specific generation, including in-ISO resources and dynamic schedules

$\text{GHG Emission} = \text{Resource Heat Rate} * \text{Fuel GHG Content} * \text{Generation}$

- Natural gas GHG content – 117 lb/MMBtu
- Coal GHG content – 208 lb/MMBtu

- Unspecified import, including EIM transfers

$\text{GHG Emission} = \text{Emission Intensity} * \text{Net Import}$

Emission Intensity:

- CARB Asset-Controlling Supplier System Emission Factors for BPA, Powerex, and Tacoma Power (<https://ww2.arb.ca.gov/mrr-ac>)
- CARB Default Emission Factor 0.428 MT/MWh for imports from other balancing authorities (BAs)
(<https://www.arb.ca.gov/cc/reporting/ghg-rep/ghg-rep-power/epe-faqs.pdf>)

CAISO method for GHG emission calculation (cont.)

- CAISO gets GHG emission credit for exported electricity. It avoids potential double-counting of emissions for California BAs.

CAISO calculated hourly GHG emission intensity (mTCO2/MWh) of April 2018

2018	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	April
1	0.326	0.264	0.268	0.288	0.320	0.268	0.259	0.282	0.311	0.279	0.250	0.268	0.278	0.282	0.274	0.282	0.265	0.264	0.257	0.263	0.274	0.277
2	0.323	0.262	0.265	0.292	0.325	0.261	0.255	0.284	0.312	0.263	0.247	0.275	0.273	0.283	0.274	0.281	0.267	0.256	0.252	0.264	0.269	0.275
3	0.318	0.259	0.259	0.292	0.324	0.256	0.244	0.284	0.313	0.267	0.248	0.282	0.269	0.281	0.275	0.279	0.263	0.251	0.246	0.250	0.273	0.273
4	0.322	0.260	0.260	0.295	0.326	0.259	0.252	0.280	0.310	0.263	0.250	0.298	0.269	0.282	0.284	0.280	0.262	0.240	0.252	0.249	0.267	0.275
5	0.314	0.265	0.263	0.290	0.328	0.266	0.256	0.261	0.306	0.260	0.250	0.310	0.275	0.278	0.289	0.282	0.257	0.236	0.256	0.254	0.278	0.275
6	0.307	0.264	0.262	0.292	0.323	0.274	0.261	0.251	0.308	0.248	0.252	0.312	0.284	0.276	0.292	0.280	0.259	0.220	0.264	0.247	0.277	0.274
7	0.314	0.266	0.263	0.301	0.319	0.275	0.271	0.276	0.312	0.255	0.259	0.307	0.285	0.289	0.289	0.281	0.270	0.222	0.253	0.288	0.269	0.279
8	0.286		0.244	0.275	0.260	0.235	0.245	0.251	0.269	0.238	0.224	0.242	0.229	0.248	0.247	0.240	0.226	0.194	0.192	0.207	0.245	0.229
9	0.221		0.195	0.209	0.173	0.166	0.191	0.186	0.211	0.185	0.154	0.170	0.144	0.187	0.195	0.183	0.168	0.139	0.126	0.145	0.203	0.170
10	0.197		0.175	0.166	0.131	0.122	0.171	0.159	0.182	0.141	0.134	0.139	0.116	0.158	0.177	0.169	0.138	0.125	0.103	0.124	0.168	0.144
11	0.183		0.154	0.155	0.120	0.085	0.155	0.146	0.174	0.125	0.124	0.124	0.094	0.148	0.166	0.151	0.127	0.112	0.086	0.101	0.151	0.129
12	0.179		0.132	0.148	0.112	0.070	0.143	0.141	0.165	0.124	0.126	0.115	0.102	0.149	0.157	0.148	0.115	0.100	0.067	0.095	0.156	0.123
13	0.184		0.117	0.142	0.111	0.070	0.133	0.141	0.156	0.131	0.117	0.111	0.099	0.155	0.161	0.146	0.109	0.083	0.053	0.089	0.145	0.118
14	0.184		0.118	0.146	0.116	0.080	0.129	0.134	0.153	0.136	0.119	0.117	0.104	0.162	0.178	0.137	0.110	0.077	0.051	0.089	0.138	0.120
15	0.183		0.137	0.153	0.120	0.093	0.139	0.131	0.154	0.122	0.124	0.129	0.106	0.164	0.184	0.138	0.110	0.072	0.052	0.092	0.135	0.122
16	0.187		0.141	0.176	0.132	0.129	0.158	0.136	0.152	0.122	0.123	0.156	0.103	0.167	0.184	0.145	0.119	0.087	0.054	0.100	0.151	0.131
17	0.203		0.160	0.192	0.156	0.153	0.170	0.177	0.161	0.150	0.128	0.182	0.126	0.184	0.198	0.158	0.142	0.108	0.072	0.131	0.174	0.149
18	0.241		0.204	0.223	0.181	0.196	0.192	0.201	0.191	0.193	0.162	0.215	0.171	0.216	0.219	0.192	0.163	0.132	0.121	0.166	0.203	0.180
19	0.292		0.266	0.283	0.265	0.250	0.237	0.249	0.255	0.250	0.224	0.278	0.248	0.270	0.265	0.245	0.227	0.200	0.208	0.217	0.246	0.237
20	0.329		0.314	0.331	0.321	0.293	0.277	0.308	0.301	0.277	0.277	0.306	0.310	0.316	0.298	0.291	0.270	0.258	0.270	0.266	0.287	0.280
21	0.334		0.324	0.334	0.325	0.305	0.295	0.318	0.310	0.281	0.283	0.302	0.314	0.318	0.301	0.296	0.277	0.271	0.286	0.288	0.297	0.288
22	0.316		0.316	0.334	0.313	0.293	0.296	0.322	0.309	0.273	0.276	0.298	0.306	0.309	0.302	0.291	0.274	0.273	0.285	0.290	0.298	0.284
23	0.298		0.307	0.333	0.299	0.279	0.288	0.321	0.306	0.261	0.271	0.293	0.305	0.295	0.291	0.281	0.275	0.273	0.280	0.290	0.290	0.278
24	0.273		0.293	0.331	0.285	0.266	0.282	0.311	0.289	0.249	0.262	0.283	0.295	0.278	0.284	0.271	0.271	0.262	0.256	0.294	0.285	0.268

Note: 1. The hourly GHG emission intensity (mTCO2/MWh) is calculated based on total generation plus net import.
 2. Data are not available for 04/11/2018 hour 8-24.

CAISO calculated hourly GHG emission intensity (mTCO2/MWh) of May 2018

2018	5/1	5/2	5/3	5/4	5/5	5/6	5/7	5/8	5/9	5/10	5/11	5/12	5/13	5/14	5/15	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/21	5/22	5/23	5/24	May
1	0.281	0.285	0.255	0.288	0.315	0.296	0.278	0.286	0.277	0.290	0.266	0.308	0.265	0.245	0.261	0.285	0.263	0.258	0.242	0.259	0.259	0.263	0.274	0.284	0.275
2	0.282	0.302	0.251	0.282	0.321	0.303	0.267	0.291	0.291	0.289	0.264	0.313	0.260	0.249	0.256	0.289	0.250	0.243	0.237	0.265	0.263	0.265	0.277	0.285	0.275
3	0.273	0.292	0.253	0.280	0.322	0.308	0.265	0.280	0.298	0.295	0.265	0.298	0.254	0.257	0.259	0.296	0.259	0.234	0.242	0.251	0.263	0.271	0.281	0.298	0.275
4	0.265	0.275	0.267	0.288	0.316	0.296	0.268	0.291	0.300	0.300	0.269	0.290	0.262	0.260	0.257	0.289	0.262	0.236	0.248	0.250	0.264	0.282	0.289	0.296	0.276
5	0.265	0.270	0.271	0.296	0.317	0.304	0.271	0.302	0.302	0.301	0.277	0.295	0.262	0.263	0.261	0.278	0.263	0.238	0.251	0.256	0.270	0.285	0.290	0.293	0.279
6	0.265	0.268	0.270	0.299	0.306	0.298	0.266	0.310	0.294	0.301	0.284	0.291	0.256	0.253	0.264	0.274	0.260	0.235	0.250	0.259	0.272	0.278	0.289	0.292	0.277
7	0.267	0.265	0.270	0.299	0.298	0.295	0.270	0.311	0.291	0.300	0.280	0.283	0.244	0.244	0.260	0.264	0.254	0.223	0.234	0.251	0.269	0.265	0.290	0.290	0.272
8	0.237	0.239	0.226	0.248	0.233	0.259	0.226	0.252	0.241	0.248	0.236	0.215	0.186	0.204	0.214	0.210	0.202	0.178	0.178	0.201	0.226	0.221	0.239	0.240	0.224
9	0.202	0.201	0.179	0.188	0.179	0.214	0.180	0.204	0.183	0.197	0.175	0.156	0.153	0.157	0.161	0.157	0.156	0.139	0.121	0.160	0.209	0.184	0.198	0.206	0.178
10	0.191	0.201	0.156	0.165	0.165	0.169	0.166	0.190	0.156	0.174	0.149	0.131	0.132	0.147	0.148	0.158	0.147	0.132	0.098	0.124	0.179	0.169	0.187	0.206	0.161
11	0.181	0.191	0.148	0.160	0.157	0.143	0.161	0.187	0.147	0.155	0.121	0.118	0.114	0.147	0.141	0.159	0.146	0.130	0.086	0.114	0.159	0.167	0.183	0.198	0.152
12	0.182	0.175	0.142	0.159	0.154	0.141	0.158	0.183	0.149	0.153	0.121	0.123	0.103	0.140	0.127	0.158	0.143	0.128	0.082	0.110	0.153	0.167	0.175	0.195	0.148
13	0.186	0.171	0.136	0.161	0.160	0.139	0.158	0.182	0.154	0.154	0.123	0.119	0.096	0.138	0.117	0.151	0.140	0.126	0.084	0.095	0.148	0.165	0.165	0.177	0.145
14	0.183	0.180	0.138	0.165	0.174	0.149	0.153	0.190	0.165	0.156	0.122	0.120	0.092	0.145	0.116	0.144	0.135	0.130	0.078	0.084	0.138	0.172	0.157	0.166	0.145
15	0.183	0.194	0.145	0.173	0.182	0.159	0.146	0.190	0.160	0.155	0.123	0.114	0.092	0.149	0.108	0.142	0.124	0.124	0.074	0.090	0.125	0.159	0.150	0.159	0.144
16	0.187	0.187	0.154	0.186	0.194	0.182	0.150	0.179	0.173	0.157	0.129	0.116	0.099	0.155	0.109	0.138	0.122	0.102	0.079	0.093	0.128	0.167	0.154	0.157	0.147
17	0.203	0.186	0.168	0.206	0.221	0.215	0.167	0.191	0.184	0.171	0.152	0.128	0.120	0.153	0.130	0.139	0.133	0.104	0.077	0.131	0.140	0.177	0.162	0.163	0.161
18	0.215	0.184	0.189	0.235	0.248	0.243	0.187	0.212	0.209	0.212	0.182	0.156	0.144	0.170	0.153	0.151	0.148	0.139	0.119	0.174	0.151	0.182	0.188	0.181	0.184
19	0.260	0.233	0.237	0.286	0.301	0.273	0.243	0.252	0.256	0.260	0.251	0.210	0.210	0.223	0.228	0.210	0.194	0.189	0.183	0.227	0.194	0.223	0.235	0.222	0.234
20	0.283	0.270	0.296	0.320	0.332	0.288	0.294	0.287	0.289	0.280	0.298	0.265	0.250	0.282	0.294	0.281	0.267	0.251	0.254	0.278	0.260	0.277	0.290	0.279	0.282
21	0.297	0.278	0.304	0.325	0.326	0.295	0.303	0.292	0.296	0.293	0.301	0.292	0.272	0.297	0.312	0.298	0.291	0.270	0.273	0.292	0.284	0.294	0.318	0.299	0.296
22	0.299	0.273	0.301	0.314	0.318	0.294	0.304	0.281	0.298	0.291	0.305	0.287	0.273	0.288	0.307	0.291	0.290	0.266	0.274	0.290	0.283	0.294	0.311	0.301	0.293
23	0.286	0.268	0.287	0.309	0.311	0.288	0.288	0.267	0.290	0.281	0.303	0.273	0.268	0.280	0.299	0.272	0.282	0.251	0.277	0.283	0.269	0.278	0.290	0.287	0.283
24	0.278	0.261	0.278	0.307	0.274	0.279	0.274	0.263	0.295	0.279	0.309	0.264	0.253	0.268	0.289	0.263	0.273	0.247	0.262	0.267	0.262	0.272	0.284	0.283	0.275

Note: The hourly GHG emission intensity (mTCO2/MWh) is calculated based on total generation plus net import.

Some observations about the CAISO calculated GHG emission intensity

- The intensity has the highest value in the evening during upward ramping hours, when more gas resources are dispatched and more electricity is imported to follow the load
- It is generally reduced through midnight as load goes down
- The intensity has its lowest value in midday hours as solar generation is displacing the gas generation and imported electricity

Some observations about the CAISO calculated GHG emission intensity (cont.)

- Some gas generation/online capacity is still needed to provide reserves during the midday hours because
 - Battery storage capacity is still small;
 - Existing pumped storages cannot provide reserves in pumping mode; and
 - Renewables are not able to provide reserves yet.

Future improvements

- Enhancing EIM GHG dispatch accounting to accurately capture the GHG emissions associated with EIM transfers to serve load in California.

Thank you!